MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

INFORMATIQUE HYDROGÉOTECHNIQUE

SIMULATION DES TASSEMENTS DES SOLS SELON LA THÉORIE DE LA CONSOLIDATION UNIDIMENSIONNELLE DE TERZAGHI

Programme PROGRS - I

UTILISATION

par

D. ROUSSELOT



Service géologique régional
JURA – ALPES
43, boulevard du 11 Novembre,
B.P. 6083 – 69604 Villeurbanne-Croix-Luizet
Tél.: (78) 52.26.67

Département géologie de l'aménagement
Division géotechnique
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex
Tél.: (38) 63.00.12

75 SGN 336 AME

RÉSUMÉ

Le programme de simulation des tassements selon la théorie de la consolidation unidimensionnelle de Terzaghi, dont le mode d'emploi est l'objet de ce rapport, a été écrit par Messieurs R.L. SCHIFFMAN et R.A. JONES de l'Université du Colorado, il a été adapté et testé au B.R.G.M. dans le cadre des études méthodologiques générales du département géologie de l'aménagement.

Il calcule les tassements pour un système compressible multicouche, le nombre de couches étant limité à quinze.

Les restrictions quant à son emploi, sont liées aux hypothèses même de la théorie de Terzaghi à savoir que :

- le sol est totalement saturé d'eau
- les grains constituant le sol et l'eau contenue dans les pores, sont incompressibles
- les fluides suivent la loi de Darcy
- les déformations du squelette solide ne dépendent que des contraintes effectives, par une relation linéaire indépendante du temps
- le squelette solide est homogène, c'est à dire que les relations contrainte-déformation, et vitesse-gradient de pression sont indépendantes de la profondeur
- les variations des déformations, des vitesses et des contraintes sont faibles et de plus la théorie quasi-statique

Mais ce programme permet notamment d'aborder les problèmes posés par les projets de construction de remblais sur sols mous, ou par des fondations dont la largeur est grande vis à vis de l'épaisseur de la couche de sol considérée, ou encore par des rabattements intensifs de nappe.

Il se caractérise par une grande souplesse dans l'introduction des historiques de chargement qui peuvent être des plus variés, et par la possibilité d'obtenir à tout instant les tassements, le degré de consolidation et la répartition avec la profondeur de la surpression interstitielle.

$q(t)$

drainage libre

h^0 éponte k^0

h^1 c_v^1, m_v^1, k^1

z_P z_{ref}

h^ℓ $c_v^\ell, m_v^\ell, k^\ell$

H strate compressible

h^n c_v^n, m_v^n, k^n

h^{n+1} éponte k^{n+1}

drainage libre

z

système multicouche

Avec ce résumé ce rapport contient : 84 pages de texte.

Le présent rapport méthodologique a été réalisé sur fonds propres du département Géologie de l'aménagement du territoire (crédits du Ministère de l'Industrie et de la Recherche).

TABLE DES MATIERES

Pages

Pages

1 - INTRODUCTION

11 - AVERTISSEMENT

Le programme PROGRS I dont on donne plus loin le mode d'emploi, a été conçu par Messieurs R.L. SCHIFFMAN et R.A. JONES de l'Université du Colorado (1).

Il a été cédé au B.R.G.M. qui en a la jouissance dans le cadre des bonnes relations scientifiques que le Bureau entretient avec cette Université.

Il est directement utilisable sur ordinateur CDC 6400, 6600 ou 7600 sur lequel il a été testé et légèrement adapté.

12 - USAGE DU PROGRAMME PROGRS I

Ce programme sera utilisé dans le cadre des problèmes posés par les projets de constructions de remblais sur sols mous compressibles saturés, pour déterminer les tassements et évaluer les temps de tassement de la consolidation primaire qui en découle, selon les hypothèses de la consolidation unidimensionnelle de TERZAGHI. Les problèmes de tassements consécutifs à des rabattements de nappe, pourront être également traités par ce programme. Les hypothèses du calcul seront mentionnées plus loin. Auparavant, on nous pardonnera quelques rappels destinés à mieux situer à quel niveau et dans quelles circonstances, il sera fait appel à ce programme.

13 - PROBLEMES POSES PAR UN PROJET DE CONSTRUCTION DE REMBLAIS SUR SOLS MOUS

Que ces projets de construction de remblais soient destinés à la construction de chaussées ou d'immeubles, les problèmes qui se posent sont de deux types, les problèmes de stabilité et les problèmes de tassements.

---

(1) - PROGRS I - Version 2.0 - A COMPUTER PROGRAM TO CALCULATE THE PROGRESS GROUND SETTLEMENT. Report N° 73/23.

131 - Problèmes de stabilité

Au-delà d'une certaine hauteur limite de remblai, il y a risque de rupture, se présentant généralement sous forme de glissement de talus.

Les méthodes d'études de stabilité des pentes, permettent de déterminer cette hauteur limite pour un coefficient de sécurité donné, connaissant les caractéristiques géométriques du remblai et des couches de sol, le niveau de la nappe et les caractéristiques mécaniques du remblai et des sols de fondations qui sont la résistance au cisaillement, et le poids spécifique.

La résistance au cisaillement à considérer est celle obtenue évidemment avant consolidation, c'est elle qui fournit le plus petit coefficient de sécurité.

Pour mémoire, on indiquera la possibilité d'emploi du programme STABIL (2) basé sur les méthodes des tranches de Fellenius et de Bishop.

132 - Problèmes de tassements

Les charges appliquées par le remblai entraînent des tassements pouvant être de grande amplitude et de longue durée, la détermination de ceux-ci en fonction du temps, permet de prévoir éventuellement des méthodes pour les réduire ou les améliorer.

133 - Indissociabilité de ces problèmes

Pour construire un remblai, il convient de procéder vis à vis de la stabilité, en plusieurs étapes avec des arrêts durant lesquels les sols se consolident, et acquièrent par conséquent une plus grande résistance au cisaillement; le respect du planning des travaux dépend de la bonne précision de la détermination de l'évolution dans le temps des tassements.

---

(2) - 75 SGN 332 AME - Evaluation de la stabilité des pentes. Utilisation d'abaques et notice d'emploi du programme STABIL par B. CONCOMPAIN et J.P. SAUTY avec la collaboration de P. ERNEK et V. WEYER.

L'incertitude sur les propriétés mécaniques des sols liée à l'hétérogénéité au sein d'une même couche, se traduit par une incertitude sur l'amplitude des tassements et leur évolution dans le temps. Les calculs donnent un aperçu des tassements différentiels auxquels on peut s'attendre à un instant donné. Ils peuvent conduire à des temps de consolidation assez longs, et on peut être amené à envisager une accélération des tassements soit par un préchargement, soit par un drainage intensifié.

14 - PROBLEMES LIES AUX RABATTEMENTS INTENSIFS DE NAPPE

Un abaissement de la pression interstitielle dans un massif a pour effet de surcharger les couches de sol et d'entraîner leur tassement.

Il convient de ne pas confondre ces tassements directement liés aux rabattements, aux tassements éventuellement causés par l'entraînement de fines, consécutivement à des vitesses trop fortes dans les ouvrages de captages. Ces tassements peuvent conduire à des désordres pour des immeubles en place, ou futurs s'ils ne sont pas stabilisés, il convient donc qu'ils soient estimés avant d'entreprendre des rabattements intensifs.

15 - CALCUL DES TASSEMENTS

Dans le tassement total Δh_t d'un système de couches compressibles saturé, chargé soit directement par un remblai, soit indirectement par un rabattement de la nappe, on a l'habitude de dissocier quatre termes:

$$\Delta h_t = \Delta h_i + \Delta h_c + \Delta h_s + \Delta h_f$$

où Δh_i : tassement immédiat, se produisant avant tout drainage et lié à la compressibilité du sol, la compressibilité de l'eau étant négligeable.

Δh_c : tassement de consolidation primaire à déformation latérale nulle, lié au drainage du système multicouche pendant la consolidation.

Δh_s : tassement secondaire, à déformation latérale nulle correspondant à un fluage du squelette après dissipation de la surpression interstitielle.

Δh_f : tassement provoqué par les déplacements latéraux du sol.

151 - Tassement immédiat

Ce tassement dépend de la surcharge ($\Delta\sigma$), de l'épaisseur du sol compressible (H), d'un facteur de géométrie du milieu I et du module de déformation (E) déterminé dans un triaxial non drainé, ce tassement s'effectuant avant que tout drainage ait eu le temps de se faire.

Il peut représenter une part non négligeable du tassement total, et s'exprime par

$$\Delta h_i = \frac{\Delta\sigma \cdot H}{E} I$$

152 - Tassement de consolidation primaire

Le tassement de consolidation primaire succède au tassement immédiat, il est supposé se faire à déformation latérale nulle, et se poursuit jusqu'à dissipation totale de l'excès de pression interstitielle, créé par les surcharges.

Le calcul de ce tassement et son évolution dans le temps se fait à partir de la théorie de la consolidation de TERZAGHI.

Il représente en règle générale, la plus grande partie du tassement toal.

On retiendra que le tassement total de consolidation primaire pour une couche d'épaisseur (H) où règne une contrainte effective initiale (σ'_o) surchargée uniformément de ($\Delta\sigma'$), est donné par la relation

$$\Delta h_c = H \frac{C_c}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o}$$

où (C_c) est l'indice de compression et (e_o) l'indice des vides initial.

153 - Tassement secondaire

Ce tassement intervient après qu'ait cessé tout excès de pression interstitielle, c'est à dire à la fin du tassement primaire.

Ce tassement est d'autant plus important que le sol est plus organique.

Différentes méthodes de calcul permettent d'approcher la valeur de ce tassement secondaire à partir des résultats d'essais oedométriques.

Cependant, on rappelera que le phénomène de la compression secondaire ne peut pas être dissocié en fait de celui de la consolidation primaire, et que leur importance relative dépend du sol étudié et de sa puissance. On retiendra que dans les couches épaisses où la consolidation primaire est importante, on a généralement tendance à négliger la compression secondaire.

154 - Tassements dus aux déplacements latéraux

Dans le cas où la charge n'est pas répartie uniformément et dans celui où le terrain n'est pas confiné latéralement, il se produit des déplacements latéraux qui entrainent des tassements supplémentaires. Il n'existe pas à l'heure actuelle de méthode simple pour calculer ces tassements.

Ces notions ont été rappelées pour mettre en évidence le danger qu'il y a à détacher les résultats fournis par PROGRS I du contexte général, et non pour prétendre en quelques lignes faire le tour de la question.

De nombreux ouvrages existent sur le sujet, parmi les plus récents on citera le numéro spécial du bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées de Mai 1973, relatif aux remblais sur sols compressibles qui fournit à cette date, une bonne synthèse des développements théoriques et des conclusions pratiques sur le sujet.

16 - TASSEMENT PRIMAIRE SELON LA THEORIE DE LA CONSOLIDATION UNIDIMENSIONNELLE DE TERZAGHI - PROGRAMME PROGRS I

161 - Théorie

La théorie de la consolidation unidimensionnelle primaire de Terzaghi est une théorie qui prédit la variation de pression interstitielle

à l'intérieur d'un système compressible chargé. La variation de la pression interstitielle se traduit par une variation de contrainte effective, elle même commandant à son tour le tassement du système chargé.

1611 - Bases physiques de la théorie

La théorie de la consolidation unidimensionnelle repose sur les hypothèses suivantes à savoir :

- le sol est complètement saturé d'eau
- les grains constituant le sol et l'eau contenue dans les pores sont incompressibles
- les fluides suivent la loi de Darcy
- les déformations du système solide dépendent exclusivement des contraintes effectives par une relation linéaire indépendante du temps
- le squelette solide est homogène, c.a.d que les relations contrainte-déformation et vitesse-gradient de pression sont indépendantes de la profondeur
- les variations des déformations, des vitesses et des contraintes sont faibles et de plus la théorie est quasi-statique

162 - Equations

L'équation de continuité d'un massif compressible poreux, dans lequel la consolidation et le drainage se font uniquement selon la direction z est :

$$(1) \quad \frac{\partial v}{\partial z} = - \frac{\partial e}{\partial t}$$

où (v) = vitesse de l'eau
et (e) = indice des vides

En supposant une loi linéaire entre l'état des déformations et l'état actuel des contraintes effectives, on a :

$$(2) \quad e(z,t) = m_v \sigma' (z,t)$$

où (m_v) est le coefficient de compressibilité à l'oedomètre et (σ') est la contrainte effective. De plus, ce principe précisant que la dilatation (e) n'est fonction que de la contrainte effective, l'on a :

$$(3) \quad \frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial e}{\partial \sigma'} \frac{\partial \sigma'}{\partial t} = m_v \frac{\partial \sigma'}{\partial t}$$

D'autre part, d'après le principe des contraintes effectives de TERZAGHI l'on a :

$$(4) \quad \sigma(z,t) = \sigma'(z,t) + U_w(z,t)$$

où (σ) est la contrainte totale et (U_w) est la pression interstitielle.

Cette équation établit que la contrainte totale en un point du milieu poreux,résultant du système des forces appliquées au système, est la somme de la pression de l'eau et de la contrainte effective dans la masse solide en ce point.

Au moment de l'application d'une charge sur le sol de fondation, la variation de contrainte totale est encaissée par l'eau sous forme d'excès de pression interstitielle (u). C'est la pression de l'eau excédentaire par rapport à la pression statique. La variation de contrainte effective ($\Delta\sigma'$) est gouvernée par l'équation suivante :

$$(5) \quad \Delta\sigma' (z,t) = \Delta\sigma(z,t) - u \ (z,t)$$

Initialement l'excès de pression interstitielle est égal à la variation de la contrainte totale. Ainsi la variation de contrainte effective est initialement nulle.

Avec le temps, cependant, l'eau s'échappe du sol dissipant l'excès de pression interstitielle. Dans une géométrie à une dimension, la contrainte totale est parfaitement définie par les charges extérieures.

Ainsi le processus de génération de la variation de pression effective est équivalent à celui de la dissipation de l'excès de pression interstitielle. L'eau est incompressible. Aussi les déformations sont-elles entièrement contrôlées par les variations de contraintes effectives.

En résumé, le processus du tassement peut être prédit par la dissipation de l'excès de pression interstitielle.

Généralement, la pression interstitielle (U_w) est reliée à la surpression interstitielle par

$$U_W(z,t) = u(z,t) + \gamma_W(z - z_0) \qquad (6)$$

où (γ_w) est le poids spécifique de l'eau et (z_o) une constante arbitraire.

De plus, la contrainte totale σ est la somme de la contrainte totale initiale et de la variation de contrainte totale.

$$\sigma(z,t) = \sigma_0(z) + \Delta\sigma(z,t) \qquad (7)$$

d'où l'expression ci-dessous obtenue à partir de (3).

$$\frac{\partial e}{\partial t} = m_V\left[\frac{\partial}{\partial t}(\Delta\sigma) - \frac{\partial u}{\partial t}\right] \qquad (8)$$

La loi de Darcy peut être esprimée sous la forme

$$v = \frac{k}{\gamma_W}\frac{\partial u}{\partial z} \qquad (9)$$

où (k) est le coefficient de perméabilité
d'où d'après (8), (9) et (1),

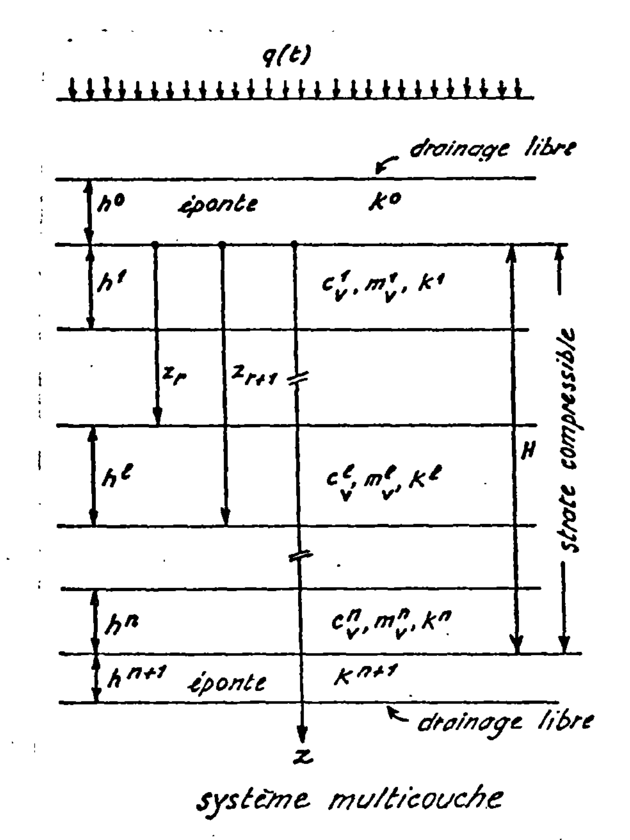
$$c_V\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{d}{dt}(\Delta\sigma) \quad \text{avec} \quad c_V = \frac{k}{\gamma_W m_V} = \text{coefficient de consolidation.} \qquad (10)$$

Le terme $-\frac{d}{dt}$ $(\Delta\sigma)$ dépend de l'historique du chargement; les équations (10) auxquelles sont adjointes les conditions aux limites et les conditions initiales appropriées, décrivent de façon complète, la théorie unidimensionnelle de la consolidation primaire de TERZAGHI.

163 - Système multicouche

On suppose que la coupe du sol compressible est constituée de n couches contigües (voir fig. ci-dessous).

Une couche quelconque indicée l a pour épaisseur h^l, pour coefficient de consolidation C_v^l , pour coefficient de compressibilité volumique m_v^l et pour coefficient de perméabilité k^l. La hauteur totale du système multicouche compressible est H.



système multicouche

Pour chaque couche l'équation de consolidation unidimensionnelle s'écrit :

$$(11\ a) \qquad C_v^{\ell}\,\frac{\partial^2 u^{\ell}}{\partial z^2} = \frac{\partial u^{\ell}}{\partial t} - \frac{d}{dt}(\Delta\sigma) \quad , \quad \ell = 1, 2, \ldots, n$$

l'ensemble de ces n équations doit être résolu pour déterminer l'excès de pression interstitielle en chaque point et à chaque instant.

En admettant que la variation de contrainte totale ($\Delta\sigma$) est indépendante de la profondeur et est égale à la charge appliquée (q), on a :

$$(11\ b) \qquad C_v^{\ell} \frac{\partial^2 u^{\ell}}{\partial z^2} = \frac{\partial u^{\ell}}{\partial t} - \frac{dq}{dt} \quad , \quad \ell = 1,2,\ldots,n$$

164 - Conditions aux limites

Trois types de conditions aux limites indépendantes du temps, peuvent être appliquées aux limites du système (z=o) et (z=H). Ces conditions peuvent être exprimées sous la forme générale suivante :

$$(12) \qquad a^1 \frac{\partial u^1}{\partial z}(0,t) - b^1 u^1(0,t) = -c^1$$

et

$$(13) \qquad a^n \frac{\partial u^n}{\partial z}(H,t) + b^n u^n(H,t) = c^n$$

où les coefficients (a^1, b^1, c^1), (a^n, b^n, c^n,) peuvent prendre des valeurs particulières suivant les conditions aux limites imposées.

Les tableaux suivant donnent les valeurs de ces coefficients pour des conditions d'excès de pression interstitielle imposée, de drainage libre, de vitesse imposée, d'imperméabilité et d'éponte perméable incompressible.

CONDITIONS DE DRAINAGE

Conditions aux limites	Couche supérieure			Couche inférieure		
Surpression interstitielle	0	1	ϕ_o	0	1	ϕ_p
Drainage libre	0	− 1	0	0	1	0
Vitesse	1	0	$(\gamma_w/k^1)v_0^1$	1	0	$(\gamma_w/k^n)v_p^n$
Imperméabilité	1	0	0	1	0	0
Eponte	h^1	$\lambda^1=k^\circ h^1/k^1 h^\circ$	0	h^n	$\lambda^n=k^{n+1}h^n/k^n h^{n+1}$	0
	a^1	b^1	c^1	a^n	b^n	c^n

où respectivement (ϕ_o) et (ϕp) sont les excès de pression interstitielle à la limite des couches supérieures et inférieures, v_o^1 et v_p^n les vitesses à la limite de ces couches, (k^o et h^o)et (k^{n+1}et h^{n+1}) les coefficients de perméabilité et les épaisseurs des épontes.

165 - Conditions aux interfaces entre couches

(14 a) $$u^{\ell}(z_r,t) = u^{\ell+1}(z_r,t)$$

(14 b) $$k^{\ell} \frac{\partial u^{\ell}}{\partial z} (z_r,t) = k^{\ell+1} \frac{\partial u^{\ell+1}}{\partial z} (z_r,t)$$

Ces conditions traduisent la continuité des variations des pressions et des vitesses au passage d'une couche à l'autre.

166 - Date de départ

La solution de l'équation (11) démarre à l'instant (t=o). Il est possible de personnaliser la date de départ en précisant une date (t_o) non nulle, dans ce cas la valeur (t_o) sera ajoutée aux temps calculés à partir de l'équation (11).

(15) $$t' = t + t_o$$

167 - Origine de l'excès de pression interstitielle

L'excès de pression interstitielle peut être engendré par trois mécanismes :

- un historique de chargement
- une surpression interstitielle résiduelle
- une surpression interstitielle initiale.

L'historique de chargement crée une surpression interstitielle pendant le processus de consolidation. Les surpressions résiduelles ou initiales sont engendrées à la date (to).

1671 - Historique de chargement

On représente l'historique de chargement q (t) par une succession de segments de droites (voir fig. 1671 ci-après). On suppose que l'historique de chargement q(t) est équivalent à l'historique de variation de la contrainte totale $\Delta\sigma(t)$. De plus, on admet que l'historique de chargement crée une surpression qui a une amplitude constante sur toute la hauteur du système compressible.

La charge de départ (qo) est la valeur de ($\Delta\sigma_o$) à (t=o).

1672 - Surpression interstitielle résiduelle

La surpression interstitielle résiduelle (p_o^1) est la surpression interstitielle qui existe dans le sol à la date de départ. Elle peut être exprimée de deux façons différentes qui sont :

1 - une fonction continue de (z) pour le système entier indépendamment des couches (voir fig. 1672 a)

2 - une fonction continue de (z) pour chaque couche

Cette fonction p_o^1 (z) peut être différente pour chaque couche (voir fig. 1672 b).

1673 - Surpression interstitielle initiale

La surpression interstitielle initiale (w_o^1), est la surpression interstitielle créée dans le sol à la date de départ. Cette surpression peut être formulée comme précédemment, soit par :

1 - une fonction continue de (z) pour le système entier indépendamment des couches (voir fig. 1672 a)

2 - une fonction continue de (z) pour chaque couche

Cette fonction w_o^1 (z) peut être différente pour chaque couche (voir fig. 1672 b).



Fig. 1671

HISTORIQUE DE CHARGEMENT.

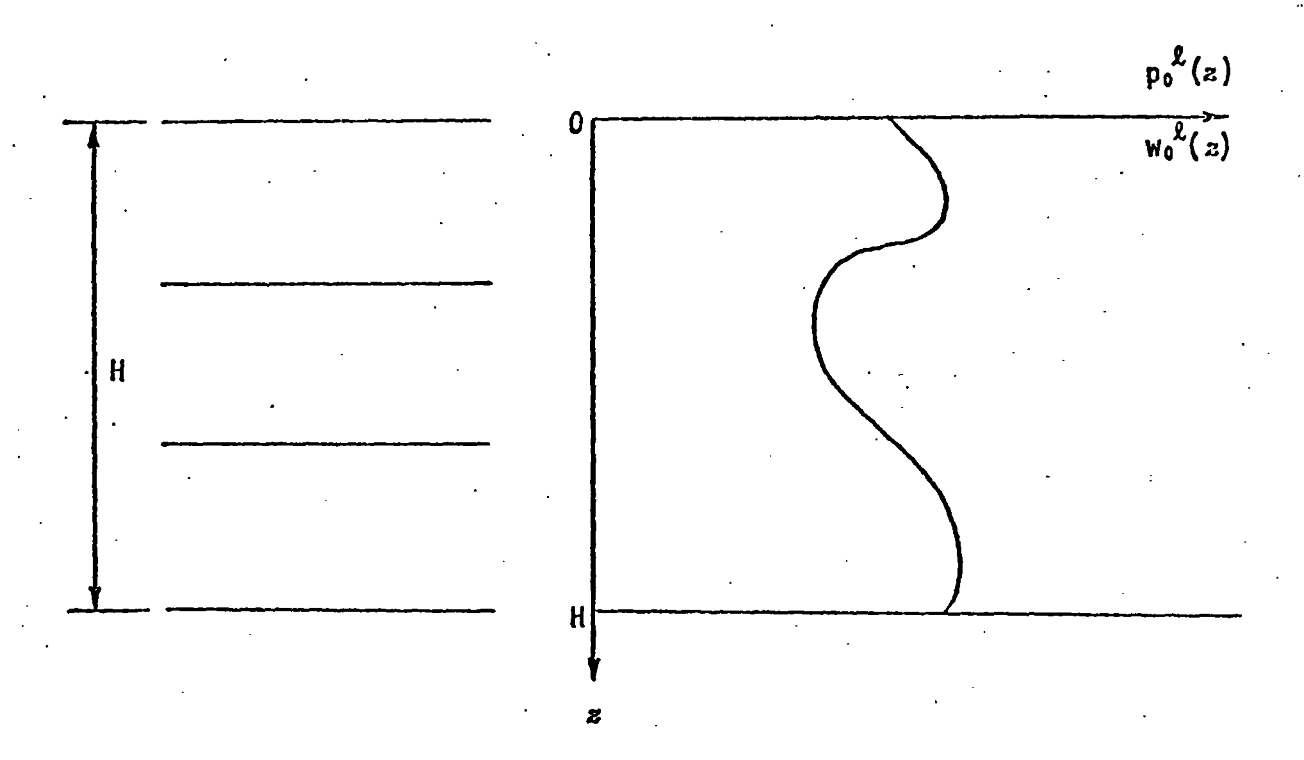


Fig. 1672 a - Variation continue sur toute la strate.

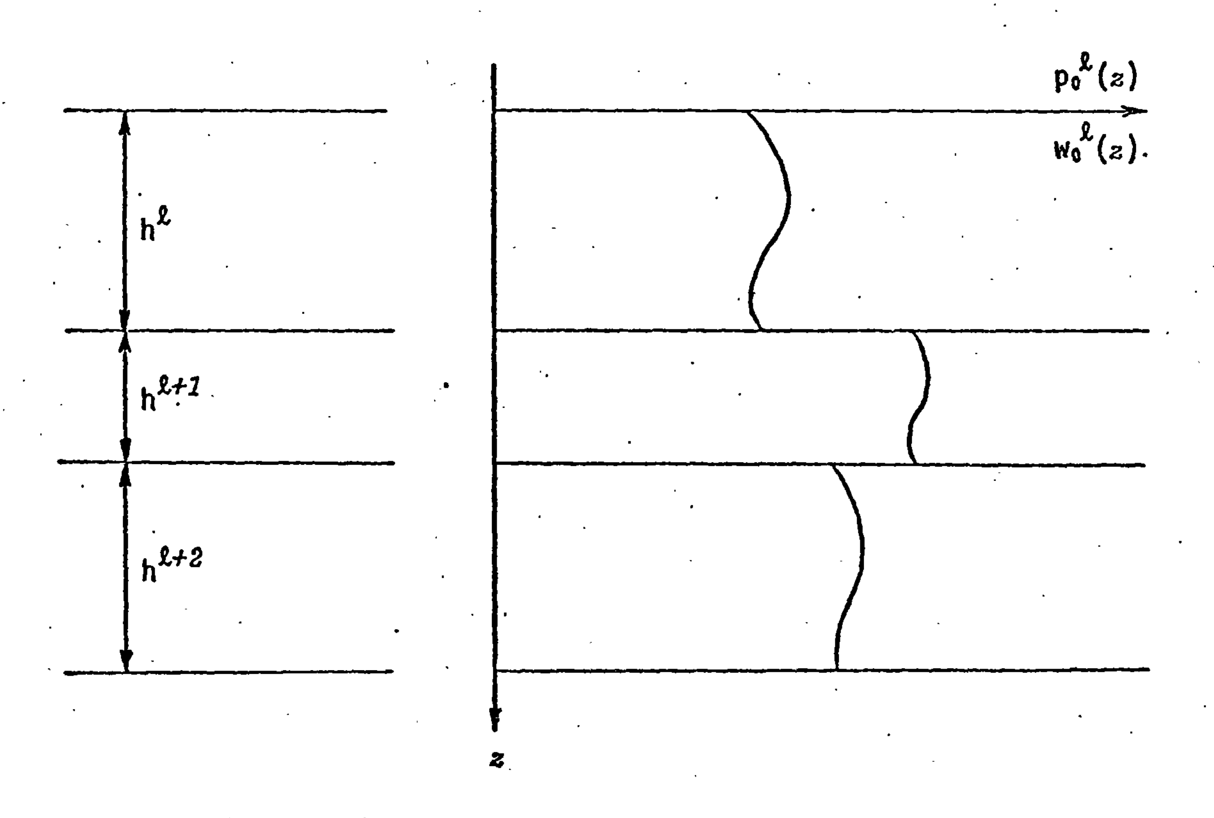


Fig. 1672 b - Variation continue pour chaque couche.

Ces surpressions se dissiperont selon l'équation (11). Pour assurer la continuité aux interfaces entre couches, les calculs sont faits avec la simple moyenne de $p_o^l(z_r)$ et de $w_o^l(z_r)$.

168 - Conditions de départ

Les conditions de départ sont la somme des surpressions initiales et résiduelles et de la charge de départ.

$$(16) \qquad u^{\ell}(z,0) = q_o + p_o^{\ell}(z) + w_o^{\ell}(z)$$

169 - Tassement d'un système compressible multicouche

Le tassement de consolidation (ρc) est la déformation verticale du système compressible qui se produit au temps (t) ou dans l'intervalle (t' - to). En général, ce tassement s'exprime par :

$$(17) \qquad \rho_c(t) = \int_0^H m_v(z)\Delta\sigma'(z,t)\,dz$$

Selon le point de vue adopté, le tassement de consolidation peut être décrit à partir de trois catégories principales de tassements. Ces catégories sont à leur tour décomposées en sous classes.

1) - le tassement lié au développement de la contrainte effective comporte trois composantes :

a- le tassement du à la dissipation de la surpression interstitielle (ρp)résiduel

b- le tassement du à la dissipation de la surpression interstitielle (ρw) initial

c- le tassement du à la dissipation des surpressions interstitielles liées(ρσ) à l'historique de chargement.

Ce dernier se caractérise par quatre termes :

A- le tassement relatif à la charge initiale (ρσo)

B- le tassement relatif à la charge au temps (t)

C- le tassement relatif à la charge finale (ρσu)

D- le tassement relatif à la charge de référence ($\rho\sigma_r$), cette charge de référence σ_r étant choisie par l'utilisateur pour ses besoins particuliers.

2) - la variation de tassement liée à la dissipation de la surpression interstitielle à l'instant t sous charge totale constante (ρu)

3) - On peut enfin définir les trois termes suivants :

a - le tassement de consolidation dépendant du temps (ρc)

b - le tassement de consolidation final (ρcu)

c - le tassement de consolidation de référence (ρc_r)

1691 - ρp tassement lié à la surpression interstitielle résiduelle

$$(18) \qquad \rho_p = \sum_{\ell=1}^{n} m_v^\ell \int_{h^\ell\ (*)} p_o^\ell(z)\, dz$$

tassement qui se produit si la surpression interstitielle résiduelle se dissipe complètement, sous des conditions de contrainte totale constantes.

1692 - ρw tassement lié à la surpression interstitielle initiale

$$(19) \qquad \rho_w = \sum_{\ell=1}^{n} m_v^\ell \int_{h^\ell} w_o^\ell(z)\, dz$$

tassement qui se produit si la surpression interstitielle initiale se dissipe complètement, sous des conditions de contrainte totale constante.

1693 - $\rho\sigma$ tassement lié à la dissipation des surpressions interstitielles dues à la charge à l'instant t

$$(20) \qquad \rho_\sigma(t) = q(t) \sum_{\ell=1}^{n} m_v^\ell h^\ell$$

où q(t) est la charge nette au temps (t). Cette formule indique bien que la variation de contrainte totale($\Delta\sigma$) est indépendante de (z).

1694 - $\rho\sigma o$ tassement relatif à la charge initiale

$$(21) \qquad \rho_{\sigma_0} = q_0 \sum_{\ell=1}^{n} m_v^\ell h^\ell$$

expression de l'équation (20) pour (t=o).

(*) L'indication h_ℓ au bas de l'intégrale signifie que l'intégration est effectuée sur toute la hauteur de la couche ℓ.

1695 - ρσu tassement relatif à la charge finale

$$(22) \quad \rho_{\sigma u} = q_u \sum_{l=1}^{n} m_v^l h^l$$

expression de l'équation (20) pour (t=∞)

1696 - ρσr tassement relatif à la charge de référence

$$(23) \quad \rho_{\sigma r} = q_r \sum_{l=1}^{n} m_v^l h^l$$

tassement qui se produirait si la charge de référence (q_r) était transmise à travers le système comme une contrainte effective.

1697 - ρu tassement lié à la dissipation de la surpression interstitielle à l'instant t si la contrainte totale ne varie pas

$$(24) \quad \rho_u(t) = \sum_{l=1}^{n} m_v^l \int_{h^l} u^l(z,t)\, dz$$

On remarque que pour (t=o).

$$(25) \quad \rho_u(0) = \rho_p + \rho_w + \rho_{\sigma_o}$$

1698 - ρc tassement de consolidation effectivement observé à l'instant t

$$(26) \quad \rho_c(t) = \rho_p + \rho_w + \rho_\sigma(t) - \rho_u(t)$$

1699 - ρcu tassement de consolidation final

$$(27) \quad \rho_{cu} = \rho_p + \rho_w + \rho_{\sigma u}$$

169 X - ρcr tassement de consolidation de référence

$$(28) \quad \rho_{cr} = \rho_p + \rho_w + \rho_{\sigma r}$$

17 - DEGRE DE CONSOLIDATION

On peut définir le degré de consolidation soit à partir du tassement de consolidation final

(29) $$U(t) = \frac{\rho_c(t)}{\rho_{cu}}$$

soit à partir du tassement de consolidation de référence

(30) $$U(t) = \frac{\rho_c(t)}{\rho_{cr}}$$

ceci étant notamment utile lorsque $\rho cu = o$

18 - SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE

On distinguera la surpression interstitielle moyenne définie pour l'ensemble multicouche

(31) $$\bar{u}_{av}(t) = \frac{1}{H} \int_0^H u^{\ell}(z,t)\, dz$$

et la pression interstitielle moyenne définie pour chaque couche

(32) $$u^{\ell}_{av}(t) = \frac{1}{h^{\ell}} \int_{h^{\ell}} u^{\ell}(z,t)\, dz$$

19 - ALGORITHMES DE CALCULS

Le programme PROGRS I résoud les équations précédentes par la méthode aux différences finies de CRANK-NICHOLSON. Chaque couche est divisée en dix mailles de côté(δ^{l}).

191 - Pas de temps de calcul

Deux algorithmes d'incrémentation du pas de temps sont possibles.

- l'algorithme régulier où le pas de temps est initialement fixé et se conserve pendant tous les calculs.
- l'algorithme rapide où le pas de temps croît d'un facteur de dix à chaque cycle logarithmique.
- le pas de temps initial est calculée à partir de la relation

$$\tau^{\ell} = R(\delta^{\ell})^2/C_v^{\ell} \quad (33)$$

où τ^l est le pas de temps pour la (lème) couche et (R) est un nombre prédéterminé assurant la précision des calculs.

1911 - Algorithme régulier

La constante τ est calculée de la façon suivante :

a- les pas de temps sont calculés respectivement pour chaque couche avec (R=0,5).

b- le pas de temps (τ) est pris comme le minimum des (τ^l) arrondi à un nombre à un seul chiffre décimal.

c- la valeur de (τ) est parfois encore réduite si nécessaire de façon qu'il y ait au moins cinq pas de temps entre les deux dates consécutives, correspondant aux extrémités d'un segment de droite de l'historique des charges .

d- si un point de discontinuité dans la pente de l'historique de chargement ne correspond pas à un multiple de (τ) le pas de temps est ajusté de façon à ce que le calcul soit exécuté à la discontinuité : après que la discontinuité a été dépassée, le pas de temps reprend la valeur initialement calculée.

1912 - Algorithme rapide

a- les pas de temps (τ^l) sont déduits de l'équation (33) avec (R=0,1).

b- la valeur initiale de τ est le minimum de τ^{1} arrondi par défaut à la valeur unité de son cycle logarithmique.

c- la valeur initiale de (τ) est parfois réduite, si nécessaire, de façon qu'il y ait au moins cinq pas de temps entre deux dates, correspondant aux extrémités d'un segment de droite de l'historique de charges.

d- à chaque nouveau cycle logarithmique, le pas de temps est multiplié par dix. L'accroissement de (τ) dépend d'un temps final arbitrairement préfixé. La valeur de (τ) reste constante au delà de cette valeur finale.

e- si en un point de discontinuité de la pente de l'historique de chargement, le temps n'est pas multiple de (τ) et si la pente de la courbe de chargement n'est pas infinie, le pas de temps est ajusté de façon à ce que les calculs soient effectués à la date de cette discontinuité : la discontinuité dépassée, le pas de temps reprend sa valeur courante.

f- si un point de discontinuité de la pente de l'historique de chargement n'est pas un multiple de (τ) et si la pente de la courbe de chargement est infinie, le pas de temps est ajusté pour tomber au point de discontinuité. Le pas de temps est ensuite refixé à sa valeur initiale, et l'algorithme de génération du pas de temps se poursuit.

192 - Interpolation

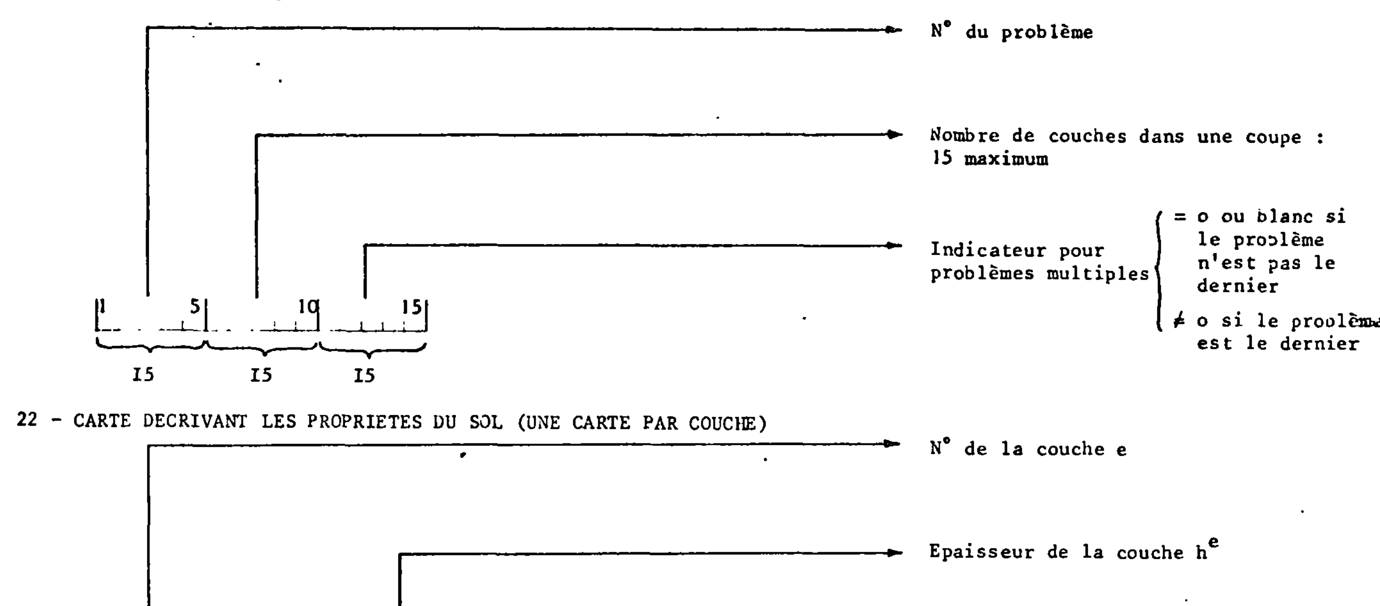
Les valeurs d'entrée des surpressions initiales et résiduelles peuvent être spécifiées en quelques points, à l'intérieur du système compressible. L'interpolation aux points du maillage se fait par les polynomes de Lagrange.

193 - Calcul du tassement

Le calcul du tassement implique l'évaluation d'une intégrale qui est réalisée par la règle de Simpson.

2 - DONNEES D'ENTREE

21 - CARTE DE GENERALITES



22 - CARTE DECRIVANT LES PROPRIETES DU SOL (UNE CARTE PAR COUCHE)

N° de la couche e

Epaisseur de la couche h^e

Coefficient de consolidation C_v^e

Coefficient de compressibilité volumique m_v^e

1 5 | 10 20 30 40

I5 | F10.0 | F10.0 | F10.0

$C_v^e = K^e / \gamma_w \, m_v^e$

23 - CARTE DEFINISSANT LES OPTIONS

1 – Index de conditions aux limites pour la couche sup.

1 – Index de conditions aux limites pour la couche inf.

2 – Index d'historique de chargement

3 – Index de surpression interstitielle résiduelle

3 – Index de surpression interstitielle initiale

4 – Index d'algorithme

1 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

I5 I5 I5 I5 I5 I5 I5 I5 I5 I5

5 – Index de sauvegarde de surpression interstitielle

6 – Index de temps d'impression

7 – Index de coordonnées

8 – Index d'unités

[1] = 1 pour une imposition de surpression interstitielle
= 2 pour une imposition de vitesse
= 3 pour un drainage à travers une éponte

[2] = o ou ƀ en l'absence d'historique de chargement
o si l'on a un historique de chargement à lire

[3] = o ou ƀ s'il n'y a pas de surpression interstitielle résiduelle
= 1 si elle est imposée sur toute la hauteur H du système compressible
= 2 si elle est imposée couche par couche
= 3 si elle provient d'un problème précédent

[4] = o ou ƀ pour un algorithme de calcul régulier avec pas de temps constant
= 1 pour l'algorithme rapide

[5] = o ou ƀ si la surpression interstitielle ne doit pas être sauvegardée
≠ o si celle-ci doit être conservée à des instants donnés pour des problèmes suivants

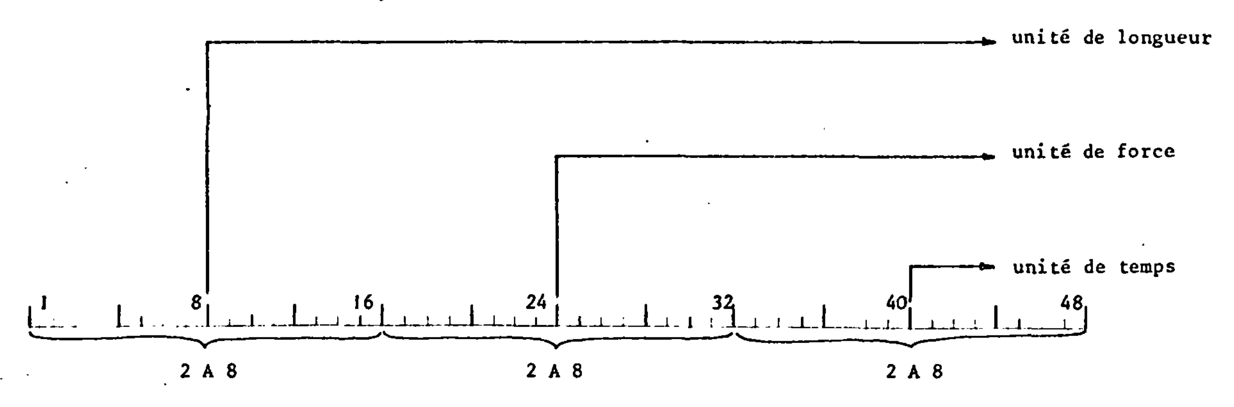
[6] = o ou ƀ si aucun temps d'impression n'est demandé
= 1 si les temps d'impression sont donnés selon une échelle logarithmique dont les valeurs de la mantisse sont 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9
= 2 si les temps d'impression sont fixés de façon quelconque
= 3 si les temps d'impression sont fournis par une table incrémentale par exemple : entre t_1 et t_2 avec un incrément de Δt.
= 4 si les temps d'impressions sont fournis à la fois par des tables logarithmiques et par des valeurs particulières
= 5 si les temps d'impressions sont fournis par des tables logarithmiques et des tables incrémentales
= 6 si les temps d'impressions sont fournis par des valeurs particulières et dans des tables incrémentales
= 7 si les temps d'impressions sont fournis à la fois par des tables logarithmiques, des tables incrémentales et des valeurs particulières

[7] = o si les résultats sont à imprimer en chaque noeud du maillage. Dans ce cas, chaque couche est divisée en dix incréments spatiaux
= 1 si les résultats sont à imprimer à des points particuliers dont les coordonnées sont à préciser
= 2 si les résultats sont à imprimer à la fois en des points particuliers et aux noeuds du maillage

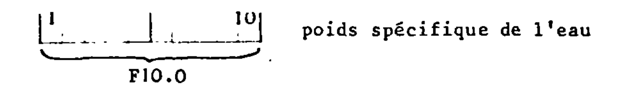
[8] = 1 ou ƀ quand les unités ne sont pas fournies
≠ o lorsqu'elles sont données

24 - CARTE DES UNITES

Cette carte n'est introduite que dans le cas où l'indicateur d'unité est ≠ 0.

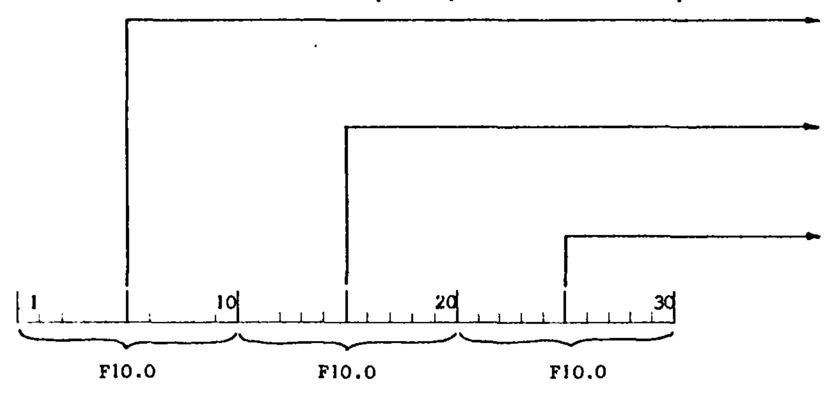


25 - CARTE PRECISANT LE POIDS SPECIFIQUE DE L'EAU



26 - CARTE DEFINISSANT LES VITESSES ET LE DRAINAGE AUX LIMITES

Si les deux limites sont des épontes, cette carte n'est pas introduite

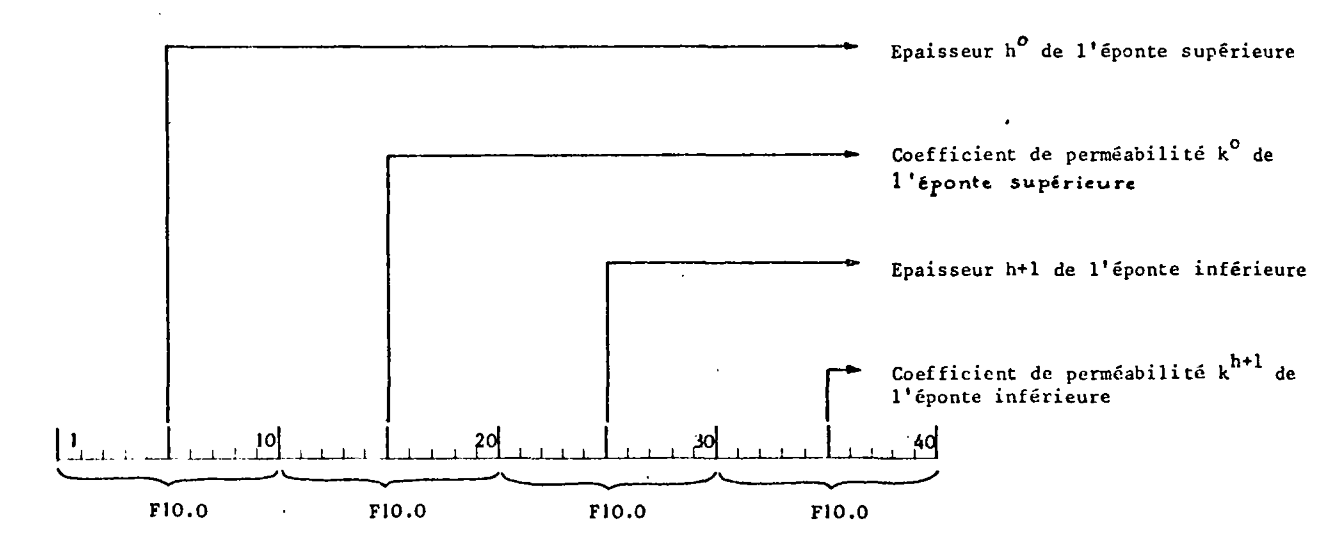


Si l'on a une éponte, l'espace réservé est laissé en blanc.

Une valeur 0 indique que la limite est à drainage libre ou est imperméable.

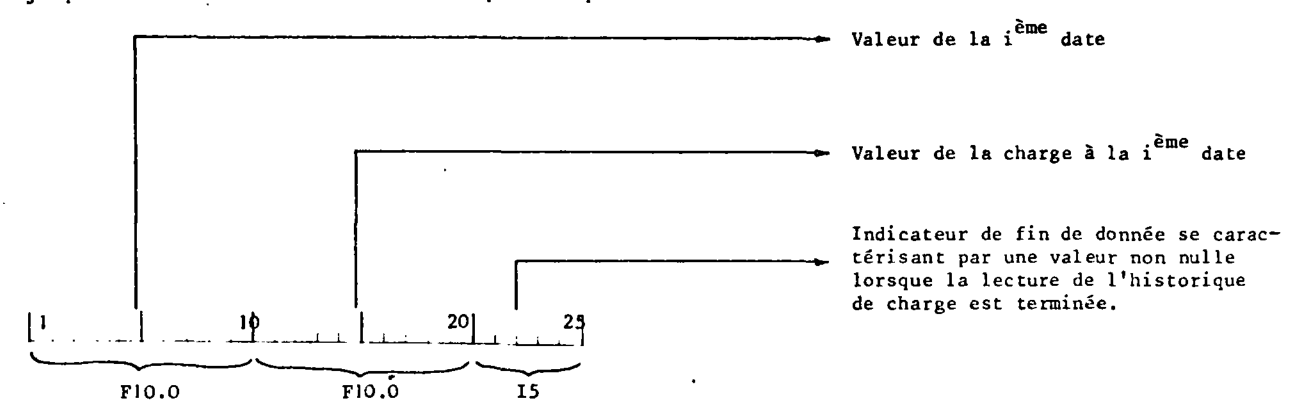
27 - CARTE DECRIVANT L'EPONTE

Cette carte n'est introduite que si au moins une des limites est une éponte

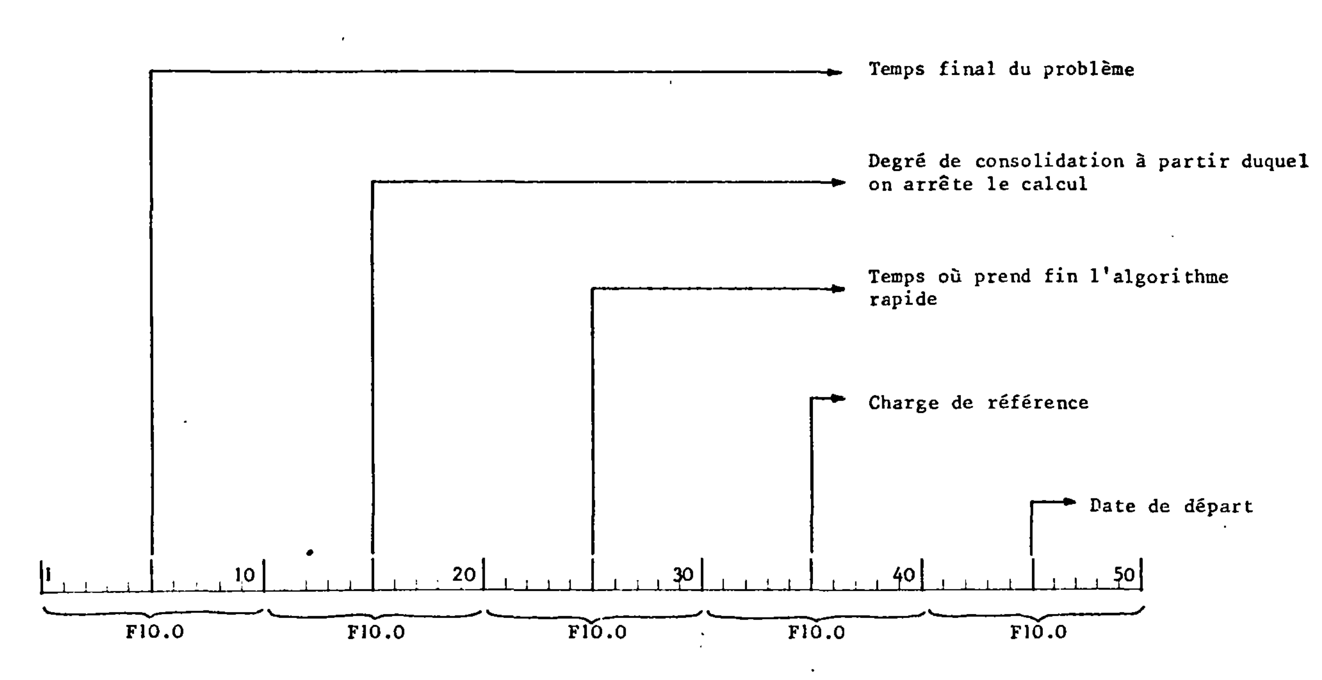


28 - CARTES DEFINISSANT L'HISTORIQUE DE CHARGEMENT

Ces cartes ne sont introduites que si l'indicateur de chargement est différent de zéro et jusqu'à concurrence du nombre de dates qui sont précisées.



29 - CARTE TEMPS ET REFERENCE



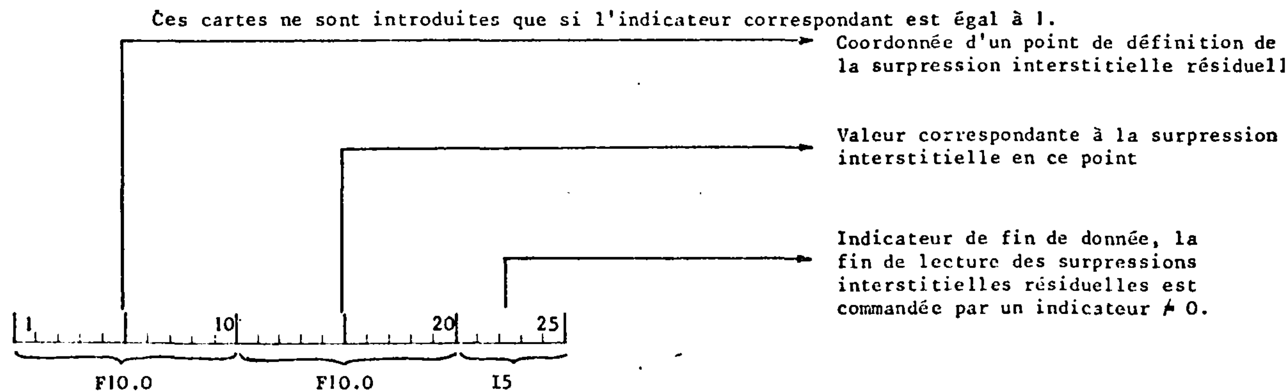
- si le temps final du problème est laissé en blanc, c'est le degré de consolidation qui commandera l'arrêt et réciproquement

- si le champ réservé à la charge de référence est laissé en blanc, celle-ci sera prise automatiquement égale à la charge max.

2.10 - CARTE DECRIVANT LES SURPRESSIONS INTERSTITIELLES DE DEPART

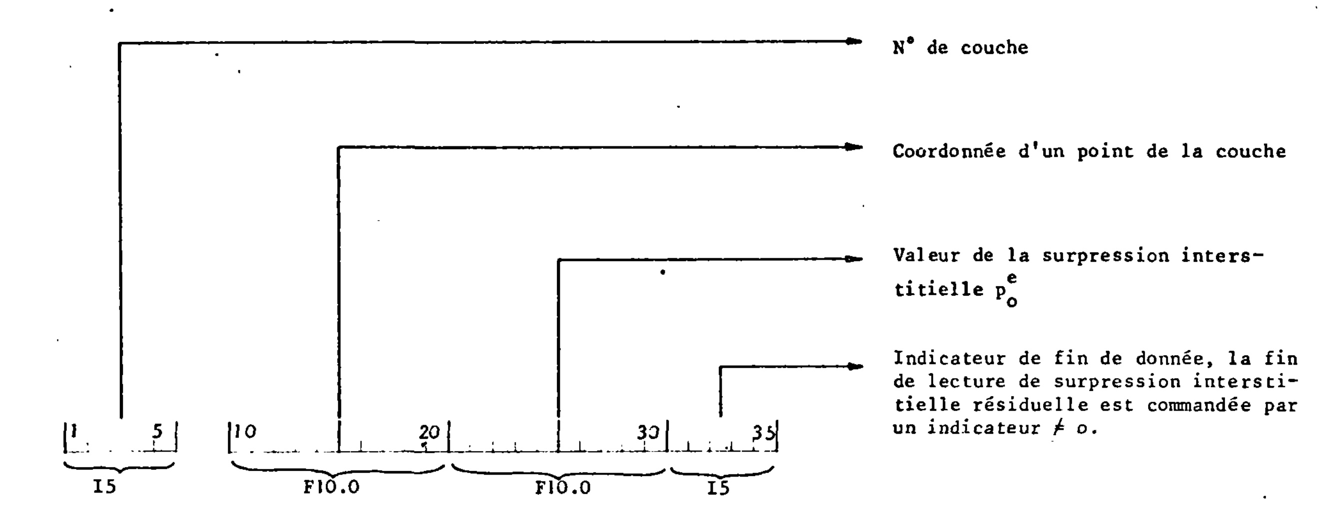
2.10.1 - <u>Cartes décrivant les surpressions interstitielles résiduelles dans la couche entière point par point</u>

Ces cartes ne sont introduites que si l'indicateur correspondant est égal à 1.



2.10.2 - Cartes décrivant les surpressions interstitielles par couche point par point

Ces cartes ne sont introduites que si l'indicateur correspondant est égal à 2.



2.10.3 - Cartes décrivant les surpressions initiales dans la couche entière point par point

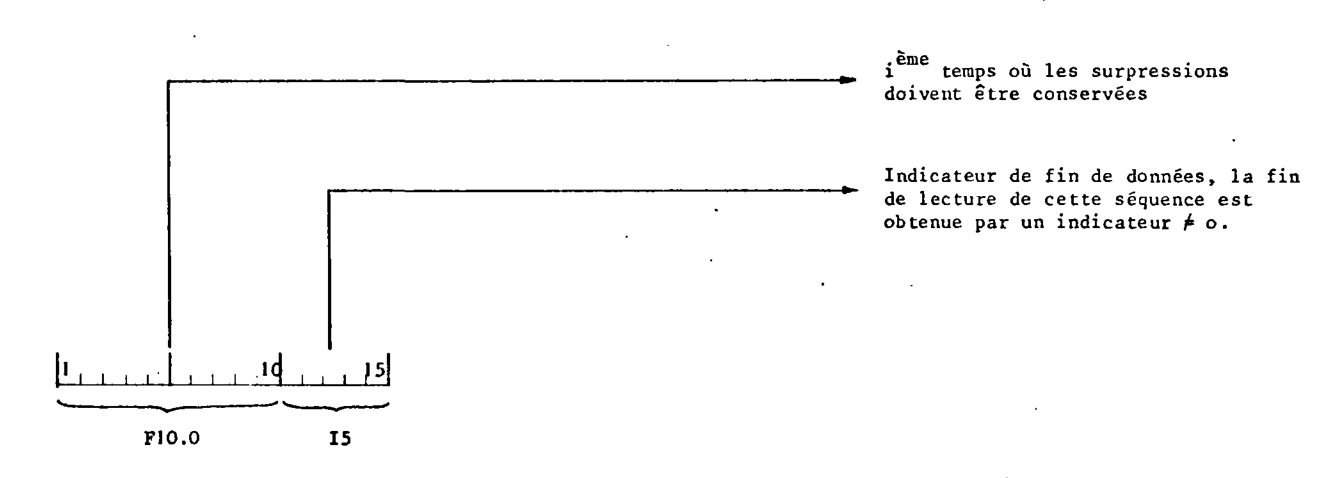
(voir § 2.10.1)

2.10.4 - Cartes décrivant les surpressions interstitielles par couche point par point

(voir § 2.10.2)

2.11 - CARTES POUR LA MISE EN MEMOIRE DES SURPRESSIONS INTERSTITIELLES

Ces cartes ne sont introduites que si l'indicateur correspondant est ≠ o.



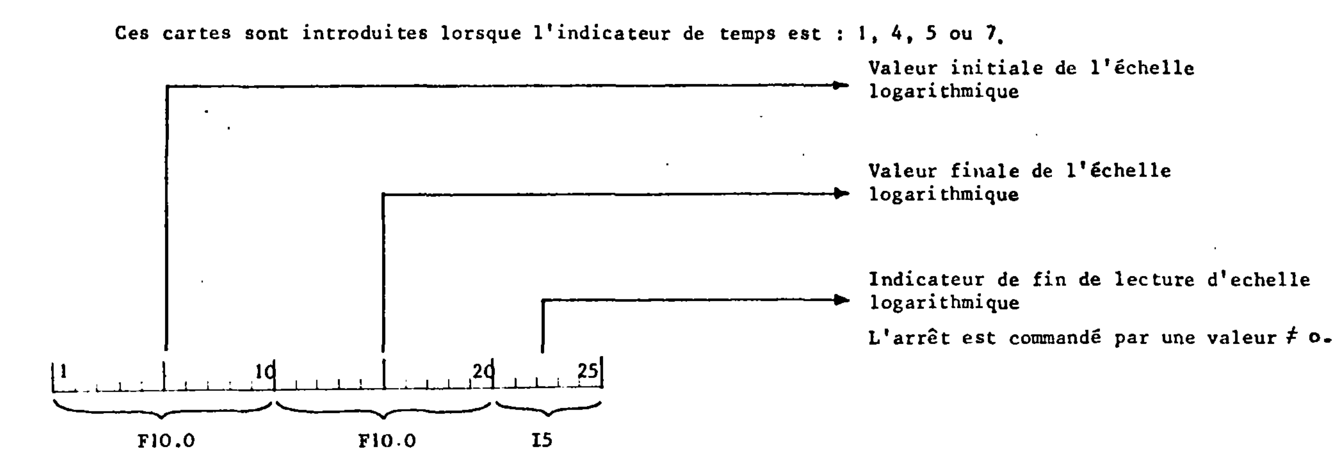
2.12 - CARTES POUR LES TEMPS D'IMPRESSIONS

Ces cartes des temps d'impression sont fixées d'après la valeur de l'index du temps d'impression. On notera que l'ordre des entrées doit être le suivant:

- les échelles de temps logarithmiques
- les dates d'impression
- les tableaux d'incrémentation des dates

2.121 - Echelles de temps logarithmique (une carte par échelle)

Ces cartes sont introduites lorsque l'indicateur de temps est : 1, 4, 5 ou 7.



2.122 - Dates particulières (une carte par valeur)

Ces cartes sont introduites lorsque l'indicateur de temps est : 2, 4, 6 ou 7.

n[ième] temps d'impression

Indicateur de fin de lecture des dates spécifiques. Une valeur non nulle commande l'arrêt de la séquence.

1 5 10 15

F10.0 I5

2.123 - Tables incrémentales (une carte par table)

Ces Cartes sont introduites lorsque l'indicateur de temps est : 3, 5, 6 ou 7.

Première valeur de temps de la table

Valeur de l'incrément de temps

Dernière valeur de la table

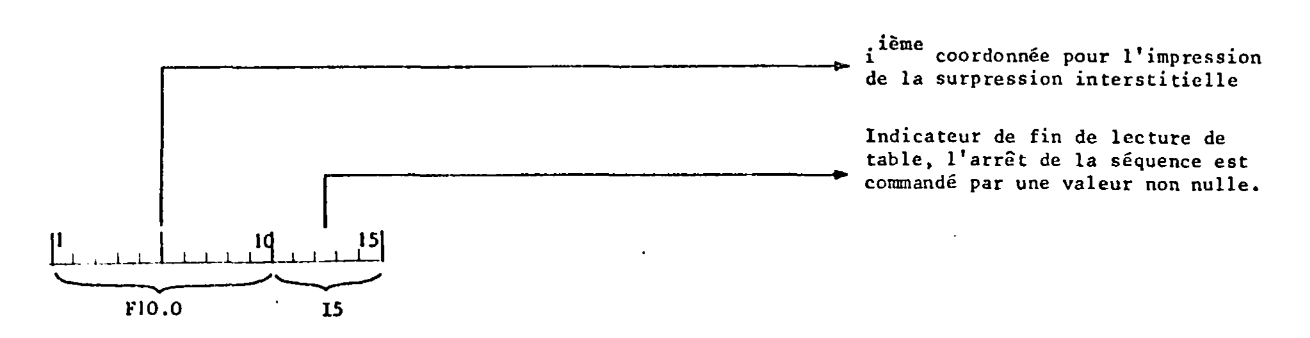
Indicateur de fin de lecture de table, l'arrêt de la séquence est commandé par une valeur non nulle.

1 10 20 30 35

F10.0 F10.0 F10.0 I5

2.13 - CARTES POUR LA RESTITUTION DE LA SURPRESSION INTERSTITIELLE EN DES POINTS PARTICULIERS

Ces cartes sont introduites si l'indicateur de coordonnées est : 1 ou 2.

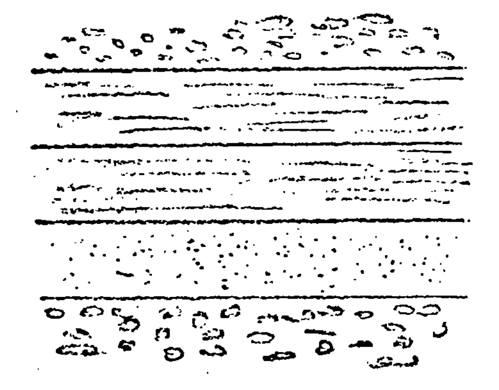


3 - EXEMPLES

Cinq exemples sont donnés ci-après en application du programme PROGRS I

31 - EXEMPLE 1

311 - Système multicouche



sable couche drainante

argile couche compressible N° 1

argile couche compressible N° 2

silt N° 3

couche drainante

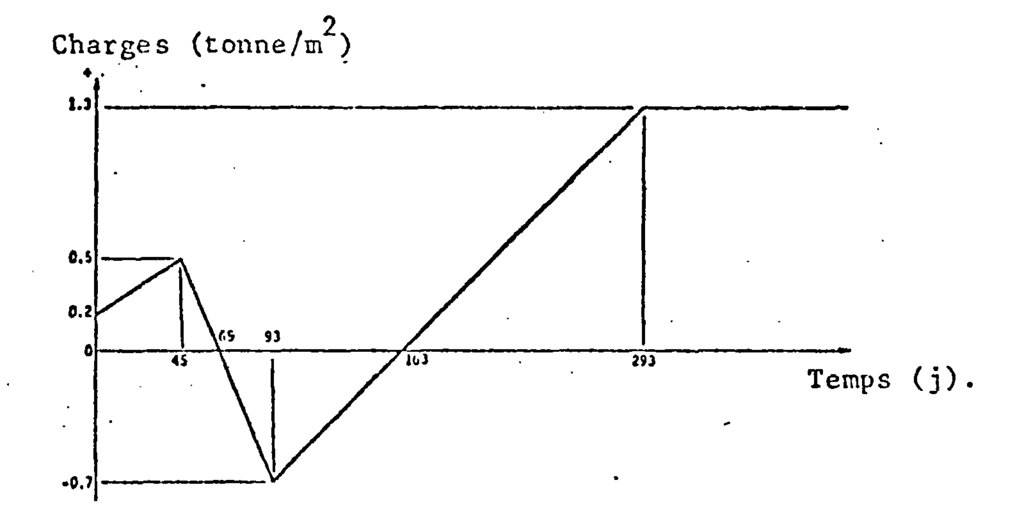
312 - Propriétés du sol

Couche	Epaisseur (m)	cv (m2/j)	mv (m2/tonne)	K (m/j)
1	7.5	0.1	0.6	-
2	7.5	0.004	0.4	-
3	7.5	-	-	$1.5\ 10^{-3}$

313 - Excès de pression interstitielle résiduelle

z (m)	Excès de pression interstitielle résiduelle (t/m2)
0.0	0.5
15.0	- 0.4

314 - Historique de chargements



315 - Résultats souhaités

On désire connaître la progression de la consolidation pour dix mailles par couche, et pour deux échelles logarithmiques des temps : la première de 1 à 10, la seconde de 50 à 300 jours. De plus, des résultats sont souhaités à 45, 65, 93, 163 et 293 jours.

316 - Bordereau de données

1 – 5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
1	2														
1		7.5		.1		.6									
2		7.5		.004		.4									
1	3	1	1	0	0	0	4	0	1						
M	ETRES			TØ	NNES		JØU	RS							
1.															
0.															
				7.5		1.5	E-3								
0.		.2													
45.		.5													
93.		-.7													
293.		1.3		1											
300.															
0.		.5													
15.		-.4		1											
		10.													
50.		300.		1											
55.															
65.															
93.															
163.															
293.		1													

317 - <u>Résultats</u>

```
*************************************
*                                   *
*             PROGRS-I              *
*   PROGRAMME DE CONSOLIDATION      *
*  UNIDIMENSIONNELLE MULTICOUCHE    *
*                                   *
*************************************
```

```
*****************************
* SPECIFICATION DU PROBLEME *
*****************************
*****************
* PROBLEME NO 1 *
*****************
```

***** UNITES *****

LONGUEUR	FORCE	TEMPS
METRES	TONNES	JOURS

***** COUPE DU SOL - 2 COUCHES *****

COUCHES	H	CV	K	MV
1	7.50000	.100	6.000E-02	.600
2	7.50000	4.000E-03	1.600E-03	.400
IMP	7.50000	INF	1.500E-03	0.0

POIDS SPECIFIQUE DE L EAU = 1.00000

***** CONDITIONS AUX LIMITES *****

LIMITES	TYPE	U	V	CONDUCTIVITE	H	K
SUP.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-
INF.	EPONTES	-	-	.93750	7.50000	1.500E-03

***** HISTORIQUE DU CHARGEMENT *****

POINT	T	P
1	0.00000	.20000
2	45.00000	.50000
3	93.00000	-.70000
4	293.00000	1.30000
CHARGE DE REFERENCE		1.30000

***** SURPRESSION INTERSTITIELLE RESIDUELLE *****

Z	SURPRESSION INTERSTITIELLE
0.00000	.50000
15.00000	-.40000

***** CONTROLE DES DONNEES DU PROBLEME *****

ALGORITHME-REGULIER
PAS DE TEMPS CONSTANT = 5.000E-01

DATE DE DEPART = -0.
DATE MAXIMUM = 3.00000E+02

```
**************
* TASSEMENTS *
**************
```

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE RESIDUELLE = .71250

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE INITIALE = 0.

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE DEPART SEULE = 1.5000

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE FINALE SEULE = 9.7500

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE REFERENCE = 9.7500

TASSEMENT DU A LA SURPRESSION DE DEPART = 2.2125

TASSEMENT FINAL DE CONSOLIDATION = 10.462

TASSEMENT DE CONSOLIDATION DE REFERENCE = 10.462

```
************************
* CONDITIONS DE DEPART *
************************
DATE DE DEPART = -0.
```

***** POINTS DU MAILLAGE *****

SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
STRATE ENTIERE	.25000	0.00000	.20000	.50000	0.00000	.70000
		.75000	.20000	.45500	0.00000	.65500
COUCHE 1	.47500	1.50000	.20000	.41000	0.00000	.61000
		2.25000	.20000	.36500	0.00000	.56500
COUCHE 2	.02500	3.00000	.20000	.32000	0.00000	.52000
		3.75000	.20000	.27500	0.00000	.47500
		4.50000	.20000	.23000	0.00000	.43000
		5.25000	.20000	.18500	0.00000	.38500
		6.00000	.20000	.14000	0.00000	.34000
		6.75000	.20000	.09500	0.00000	.29500
		7.50000	.20000	.05000	0.00000	.25000
		8.25000	.20000	.00500	0.00000	.20500
		9.00000	.20000	-.04000	0.00000	.16000
		9.75000	.20000	-.08500	0.00000	.11500
		10.50000	.20000	-.13000	0.00000	.07000
		11.25000	.20000	-.17500	0.00000	.02500
		12.00000	.20000	-.22000	0.00000	-.02000
		12.75000	.20000	-.26500	0.00000	-.06500
		13.50000	.20000	-.31000	0.00000	-.11000
		14.25000	.20000	-.35500	0.00000	-.15500
		15.00000	.20000	-.40000	0.00000	-.20000

```
************************************
* PROGRESSION DE LA CONSOLIDATION *
************************************
```

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.00000E+00	.15434	.01475	STRATE ENTIERE	.23957	0.00000	0.00000
					.75000	.57978
			COUCHE 1	.44716	1.50000	.61115
					2.25000	.57135
			COUCHE 2	.03198	3.00000	.52665
					3.75000	.48167
					4.50000	.43667
					5.25000	.39167
					6.00000	.34671
					6.75000	.30235
					7.50000	.26512
					8.25000	.21170
					9.00000	.16667
					9.75000	.12167
					10.50000	.07667
					11.25000	.03167
					12.00000	-.01333
					12.75000	-.05833
					13.50000	-.10333
					14.25000	-.14833
					15.00000	-.19244

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.50000E+00	.18328	.01752	STRATE ENTIERE	.23971	0.00000	0.00000
					.75000	.53790
			COUCHE 1	.44397	1.50000	.60680
					2.25000	.57397
			COUCHE 2	.03546	3.00000	.52993
					3.75000	.48500
					4.50000	.44000
					5.25000	.39501
					6.00000	.35012
					6.75000	.30641
					7.50000	.27211
					8.25000	.21507
					9.00000	.17000
					9.75000	.12500
					10.50000	.08000
					11.25000	.03500
					12.00000	-.01000
					12.75000	-.05500
					13.50000	-.10000
					14.25000	-.14499
					15.00000	-.18867

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.00000E+00	.20940	.02001	STRATE ENTIERE	.24017	0.00000	0.00000
					.75000	.50240
			COUCHE 1	.44141	1.50000	.60019
					2.25000	.57598
			COUCHE 2	.03893	3.00000	.53314
					3.75000	.48832
					4.50000	.44333
					5.25000	.39836
					6.00000	.35359
					6.75000	.31066
					7.50000	.27880
					8.25000	.21845
					9.00000	.17333
					9.75000	.12833
					10.50000	.08333
					11.25000	.03833
					12.00000	-.00667
					12.75000	-.05167
					13.50000	-.09667
					14.25000	-.14165
					15.00000	-.18490

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.50000E+00	.23325	.02229	STRATE ENTIERE	.24087	0.00000	0.00000
					.75000	.47210
			COUCHE 1	.43936	1.50000	.59211
					2.25000	.57731
			COUCHE 2	.04239	3.00000	.53623
					3.75000	.49163
					4.50000	.44667
					5.25000	.40171
					6.00000	.35711
					6.75000	.31503
					7.50000	.28525
					8.25000	.22184
					9.00000	.17667
					9.75000	.13167
					10.50000	.08667
					11.25000	.04167
					12.00000	-.00333
					12.75000	-.04833
					13.50000	-.09333
					14.25000	-.13831
					15.00000	-.18114

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
3.00000E+00	.25524	.02440	STRATE ENTIERE	.24178	0.00000	0.00000
					.75000	.44606
			COUCHE 1	.43772	1.50000	.58313
					2.25000	.57798
			COUCHE 2	.04584	3.00000	.53916
					3.75000	.49492
					4.50000	.45000
					5.25000	.40509
					6.00000	.36070
					6.75000	.31950
					7.50000	.29148
					8.25000	.22524
					9.00000	.18000
					9.75000	.13500
					10.50000	.09000
					11.25000	.04500
					12.00000	.00000
					12.75000	-.04500
					13.50000	-.09000
					14.25000	-.13497
					15.00000	-.17738

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
4.00000E+00	.29489	.02819	STRATE ENTIERE	.24408	0.00000	0.00000
					.75000	.40386
			COUCHE 1	.43542	1.50000	.56400
					2.25000	.57749
			COUCHE 2	.05274	3.00000	.54446
					3.75000	.50138
					4.50000	.45666
					5.25000	.41188
					6.00000	.36804
					6.75000	.32861
					7.50000	.30342
					8.25000	.23208
					9.00000	.18667
					9.75000	.14167
					10.50000	.09667
					11.25000	.05167
					12.00000	.00667
					12.75000	-.03833
					13.50000	-.08333
					14.25000	-.12828
					15.00000	-.16989

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
5.00000E+00	.33024	.03156	STRATE ENTIERE	.24685	0.00000	0.00000
					.75000	.37143
			COUCHE 1	.43409	1.50000	.54484
					2.25000	.57499
			COUCHE 2	.05962	3.00000	.54889
					3.75000	.50764
					4.50000	.46331
					5.25000	.41876
					6.00000	.37559
					6.75000	.33785
					7.50000	.31481
					8.25000	.23894
					9.00000	.19334
					9.75000	.14833
					10.50000	.10333
					11.25000	.05833
					12.00000	.01333
					12.75000	-.03167
					13.50000	-.07667
					14.25000	-.12159
					15.00000	-.16241

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
6.00000E+00	.36246	.03464	STRATE ENTIERE	.24997	0.00000	0.00000
					.75000	.34593
			COUCHE 1	.43346	1.50000	.52663
					2.25000	.57102
			COUCHE 2	.06649	3.00000	.55241
					3.75000	.51360
					4.50000	.46991
					5.25000	.42571
					6.00000	.38330
					6.75000	.34714
					7.50000	.32576
					8.25000	.24584
					9.00000	.20001
					9.75000	.15500
					10.50000	.11000
					11.25000	.06500
					12.00000	.02000
					12.75000	-.02500
					13.50000	-.07000
					14.25000	-.11489
					15.00000	-.15496

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
7.00000E+00	.39232	.03750	STRATE ENTIERE	.25336	0.00000	0.00000
					.75000	.32544
			COUCHE 1	.43336	1.50000	.50979
					2.25000	.56608
			COUCHE 2	.07335	3.00000	.55507
					3.75000	.51922
					4.50000	.47645
					5.25000	.43272
					6.00000	.39113
					6.75000	.35643
					7.50000	.33638
					8.25000	.25276
					9.00000	.20669
					9.75000	.16167
					10.50000	.11667
					11.25000	.07167
					12.00000	.02667
					12.75000	-.01833
					13.50000	-.06333
					14.25000	-.10819
					15.00000	-.14753

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
8.00000E+00	.42035	.04018	STRATE ENTIERE	.25694	0.00000	0.00000
					.75000	.30870
			COUCHE 1	.43367	1.50000	.49444
					2.25000	.56055
			COUCHE 2	.08021	3.00000	.55695
					3.75000	.52446
					4.50000	.48289
					5.25000	.43979
					6.00000	.39907
					6.75000	.36568
					7.50000	.34672
					8.25000	.25971
					9.00000	.21336
					9.75000	.16833
					10.50000	.12333
					11.25000	.07833
					12.00000	.03333
					12.75000	-.01167
					13.50000	-.05666
					14.25000	-.10148
					15.00000	-.14011

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
9.00000E+00	.44692	.04272	STRATE ENTIERE	.26069	0.00000	0.00000
					.75000	.29478
			COUCHE 1	.43431	1.50000	.48056
					2.25000	.55472
			COUCHE 2	.08706	3.00000	.55817
					3.75000	.52932
					4.50000	.48923
					5.25000	.44689
					6.00000	.40707
					6.75000	.37468
					7.50000	.35683
					8.25000	.26667
					9.00000	.22004
					9.75000	.17500
					10.50000	.13000
					11.25000	.08500
					12.00000	.04000
					12.75000	-.00500
					13.50000	-.05000
					14.25000	-.09477
					15.00000	-.13272

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.00000E+01	.47230	.04514	STRATE ENTIERE	.26456	0.00000	0.00000
					.75000	.28307
			COUCHE 1	.43522	1.50000	.46805
					2.25000	.54881
			COUCHE 2	.09391	3.00000	.55884
					3.75000	.53380
					4.50000	.49543
					5.25000	.45401
					6.00000	.41511
					6.75000	.38403
					7.50000	.36674
					8.25000	.27366
					9.00000	.22672
					9.75000	.18167
					10.50000	.13667
					11.25000	.09167
					12.00000	.04667
					12.75000	.00167
					13.50000	-.04333
					14.25000	-.08805
					15.00000	-.12535

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
4.50000E+01	1.13884	.10885	STRATE ENTIERE	.42468	0.00000	0.00000
					.75000	.19673
			COUCHE 1	.51704	1.50000	.35518
					2.25000	.47582
			COUCHE 2	.33233	3.00000	.56110
					3.75000	.61563
					4.50000	.64567
					5.25000	.65825
					6.00000	.66016
					6.75000	.65707
					7.50000	.65293
					8.25000	.52344
					9.00000	.46210
					9.75000	.41518
					10.50000	.37001
					11.25000	.32500
					12.00000	.28000
					12.75000	.23503
					13.50000	.19038
					14.25000	.14863
					15.00000	.12287

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
5.00000E+01	1.17065	.11189	STRATE ENTIERE	.29623	0.00000	0.00000
					.75000	.08205
			COUCHE 1	.38464	1.50000	.20711
					2.25000	.32199
			COUCHE 2	.20782	3.00000	.40966
					3.75000	.46919
					4.50000	.50507
					5.25000	.52335
					6.00000	.53006
					6.75000	.53034
					7.50000	.52782
					8.25000	.40079
					9.00000	.33764
					9.75000	.29025
					10.50000	.24502
					11.25000	.20000
					12.00000	.15500
					12.75000	.11004
					13.50000	.06549
					14.25000	.02420
					15.00000	-.00073

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
6.00000E+01	1.12808	.10782	STRATE ENTIERE	.05110	0.00000	0.00000
					.75000	-.04899
			COUCHE 1	.14354	1.50000	-.01598
					2.25000	.05157
			COUCHE 2	-.04133	3.00000	.12278
					3.75000	.18215
					4.50000	.22483
					5.25000	.25182
					6.00000	.26653
					6.75000	.27264
					7.50000	.27302
					8.25000	.15493
					9.00000	.08883
					9.75000	.04043
					10.50000	-.00496
					11.25000	-.05000
					12.00000	-.09499
					12.75000	-.13992
					13.50000	-.18425
					14.25000	-.22455
					15.00000	-.24577

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
6.50000E+01	1.07186	.10245	STRATE ENTIERE	-.06759	0.00000	0.00000
					.75000	-.09726
			COUCHE 1	.03078	1.50000	-.10441
					2.25000	-.06450
			COUCHE 2	-.16596	3.00000	-.00859
					3.75000	.04475
					4.50000	.08698
					5.25000	.11613
					6.00000	.13363
					6.75000	.14205
					7.50000	.14366
					8.25000	.03166
					9.00000	-.03553
					9.75000	-.08446
					10.50000	-.12995
					11.25000	-.17500
					12.00000	-.21999
					12.75000	-.26490
					13.50000	-.30910
					14.25000	-.34884
					15.00000	-.36731

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
7.00000E+01	.99723	.09531	STRATE ENTIERE	-.18424	0.00000	0.00000
					.75000	-.13952
			COUCHE 1	-.07785	1.50000	-.18327
					2.25000	-.17067
			COUCHE 2	-.29063	3.00000	-.13204
					3.75000	-.08751
					4.50000	-.04821
					5.25000	-.01868
					6.00000	.00052
					6.75000	.01066
					7.50000	.01329
					8.25000	-.09188
					9.00000	-.15987
					9.75000	-.20933
					10.50000	-.25493
					11.25000	-.29999
					12.00000	-.34499
					12.75000	-.38987
					13.50000	-.43393
					14.25000	-.47304
					15.00000	-.48826

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
8.00000E+01	.80068	.07653	STRATE ENTIERE	-.41230	0.00000	0.00000
					.75000	-.21202
			COUCHE 1	-.28458	1.50000	-.32074
					2.25000	-.36016
			COUCHE 2	-.54002	3.00000	-.35845
					3.75000	-.33670
					4.50000	-.30902
					5.25000	-.28365
					6.00000	-.26457
					6.75000	-.25310
					7.50000	-.24933
					8.25000	-.33979
					9.00000	-.40856
					9.75000	-.45902
					10.50000	-.50488
					11.25000	-.54999
					12.00000	-.59498
					12.75000	-.63980
					13.50000	-.68354
					14.25000	-.72112
					15.00000	-.72852

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
9.00000E+01	.54995	.05256	STRATE ENTIERE	-.63434	0.00000	0.00000
					.75000	-.27377
			COUCHE 1	-.47927	1.50000	-.43936
					2.25000	-.52697
			COUCHE 2	-.78942	3.00000	-.56267
					3.75000	-.56735
					4.50000	-.55647
					5.25000	-.54046
					6.00000	-.52574
					6.75000	-.51579
					7.50000	-.51217
					8.25000	-.58875
					9.00000	-.65729
					9.75000	-.70867
					10.50000	-.75482
					11.25000	-.79998
					12.00000	-.84496
					12.75000	-.88971
					13.50000	-.93305
					14.25000	-.96872
					15.00000	-.96681

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
9.30000E+01	.46533	.04448	STRATE ENTIERE	-.69991	0.00000	0.00000
					.75000	-.29076
			COUCHE 1	-.53559	1.50000	-.47220
					2.25000	-.57357
			COUCHE 2	-.86422	3.00000	-.62037
					3.75000	-.63335
					4.50000	-.62816
					5.25000	-.61573
					6.00000	-.60300
					6.75000	-.59400
					7.50000	-.59067
					8.25000	-.66362
					9.00000	-.73193
					9.75000	-.78356
					10.50000	-.82980
					11.25000	-.87497
					12.00000	-.91996
					12.75000	-.96468
					13.50000	-1.00788
					14.25000	-1.04289
					15.00000	-1.03794

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.00000E+02	.34977	.03343	STRATE ENTIERE	-.61699	0.00000	0.00000
					.75000	-.16599
			COUCHE 1	-.44023	1.50000	-.32327
					2.25000	-.43782
			COUCHE 2	-.79374	3.00000	-.50571
					3.75000	-.53742
					4.50000	-.54618
					5.25000	-.54307
					6.00000	-.53599
					6.75000	-.52994
					7.50000	-.52767
					8.25000	-.59356
					9.00000	-.66113
					9.75000	-.71328
					10.50000	-.75974
					11.25000	-.80496
					12.00000	-.84994
					12.75000	-.89460
					13.50000	-.93744
					14.25000	-.97078
					15.00000	-.95945

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.50000E+02	.37369	.03572	STRATE ENTIERE	-.11882	0.00000	0.00000
					.75000	.07262
			COUCHE 1	.05113	1.50000	.10345
					2.25000	.10589
			COUCHE 2	-.28876	3.00000	.09140
					3.75000	.06891
					4.50000	.04479
					5.25000	.02301
					6.00000	.00568
					6.75000	-.00636
					7.50000	-.01296
					8.25000	-.09328
					9.00000	-.15703
					9.75000	-.21113
					10.50000	-.25910
					11.25000	-.30479
					12.00000	-.34970
					12.75000	-.39346
					13.50000	-.43242
					14.25000	-.45349
					15.00000	-.42883

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.63000E+02	.49309	.04713	STRATE ENTIERE	-.00181	0.00000	0.00000
					.75000	.10354
			COUCHE 1	.15353	1.50000	.16325
					2.25000	.19083
			COUCHE 2	-.15716	3.00000	.19665
					3.75000	.18929
					4.50000	.17543
					5.25000	.15988
					6.00000	.14582
					6.75000	.13515
					7.50000	.12884
					8.25000	.03868
					9.00000	-.02612
					9.75000	-.08056
					10.50000	-.12888
					11.25000	-.17471
					12.00000	-.21958
					12.75000	-.26298
					13.50000	-.30071
					14.25000	-.31946
					15.00000	-.29693

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.00000E+02	.98735	.09437	STRATE ENTIERE	.31389	0.00000	0.00000
					.75000	.17341
			COUCHE 1	.41121	1.50000	.29982
					2.25000	.38815
			COUCHE 2	.21657	3.00000	.44670
					3.75000	.48290
					4.50000	.50318
					5.25000	.51282
					6.00000	.51594
					6.75000	.51556
					7.50000	.51357
					8.25000	.41646
					9.00000	.34704
					9.75000	.29111
					10.50000	.24185
					11.25000	.19562
					12.00000	.15094
					12.75000	.10880
					13.50000	.07442
					14.25000	.05937
					15.00000	.06967

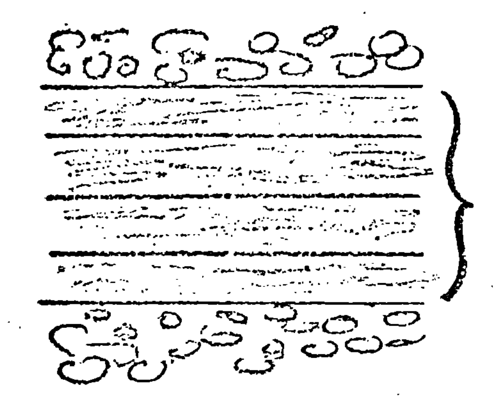
TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.50000E+02	1.94062	.18548	STRATE ENTIERE	.70806	0.00000	0.00000
					.75000	.24529
			COUCHE 1	.69901	1.50000	.44147
					2.25000	.59548
			COUCHE 2	.71712	3.00000	.71391
					3.75000	.80286
					4.50000	.86776
					5.25000	.91328
					6.00000	.94325
					6.75000	.96061
					7.50000	.96733
					8.25000	.91927
					9.00000	.85159
					9.75000	.79365
					10.50000	.74307
					11.25000	.69634
					12.00000	.65211
					12.75000	.61185
					13.50000	.58063
					14.25000	.56424
					15.00000	.54998

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.93000E+02	2.96971	.28384	STRATE ENTIERE	1.02281	0.00000	0.00000
					.75000	.29503
			COUCHE 1	.90394	1.50000	.53974
					2.25000	.73994
			COUCHE 2	1.14169	3.00000	.90115
					3.75000	1.02852
					4.50000	1.12669
					5.25000	1.19968
					6.00000	1.25085
					6.75000	1.28282
					7.50000	1.29741
					8.25000	1.33338
					9.00000	1.28248
					9.75000	1.22569
					10.50000	1.17432
					11.25000	1.12723
					12.00000	1.08347
					12.75000	1.04457
					13.50000	1.01419
					14.25000	.99197
					15.00000	.95301

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
3.00000E+02	3.12523	.29871	STRATE ENTIERE	1.00529	0.00000	0.00000
					.75000	.25595
			COUCHE 1	.87035	1.50000	.49083
					2.25000	.69273
			COUCHE 2	1.14024	3.00000	.85898
					3.75000	.99178
					4.50000	1.09485
					5.25000	1.17196
					6.00000	1.22635
					6.75000	1.26057
					7.50000	1.27643
					8.25000	1.32875
					9.00000	1.28210
					9.75000	1.22594
					10.50000	1.17454
					11.25000	1.12740
					12.00000	1.08371
					12.75000	1.04499
					13.50000	1.01457
					14.25000	.99107
					15.00000	.94822

32 - EXEMPLE 2

321 - Système multicouche



322 - Propriétés du sol

Couche	Epaisseur (ft)	Cv (ft^2/jour)	mv (ft^2/kg)
1	10	0.0411	$3.07\ 10^{-3}$
2	20	0.1918	$1.95\ 10^{-3}$
3	30	0.0548	$9.74\ 10^{-4}$
4	20	0.0686	$1.95\ 10^{-3}$

323 - Conditions initiales

Il n'y a pas d'excès de pression interstitielle initiale ni résiduelle. Une charge de 1.0 kg /ft^2 est appliquée à partir de l'instant o. (On note que l'on peut employer n'importe quel système d'unité (longueur, temps, poids), à conditions que toutes les grandeurs soient exprimées dans ce même système, sans omettre le poids spécifique de l'eau, les résultats obtenus étant bien entendu fournis également dans ce même système).

324 - Résultats souhaités

On désire les résultats à 730, 2860, 7008, 16846 jours. (ceci correspond en fait à des degrés de consolidation respectivement de 0.25, 0.50, 0.75 et 0.95. On souhaite les résultats pour dix mailles par couche. On emploiera l'algorithme incrémental régulier.

325 - Bordereau

```
         1         2         3         4         5         6         7         8
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
    2    4
    1     10.       .0411     3.07   E-3
    2     20.       .1918     1.95   E-3
    3     30.       .0548     9.74   E-4
    4     20.       .0686     1.95   E-3
    1    1    1    0    0    0    0    2    0    0
.0624
0.        0.
0.        1.            1
16846.
730.
2860.
7008.
16846.        1
```

```
**************************************
*                                    *
*             PROGRS-I               *
*   PROGRAMME DE CONSOLIDATION       *
*  UNIDIMENSIONNELLE MULTICOUCHE     *
*                                    *
**************************************

****************************
* SPECIFICATION DU PROBLEME *
****************************
*****************
* PROBLEME NO  2 *
*****************

***** COUPE DU SOL - 4 COUCHES *****

COUCHES      H           CV           K           MV
   1     10.00000    4.110E-02    7.873E-06    3.070E-03
   2     20.00000     .192        2.334E-05    1.950E-03
   3     30.00000    5.480E-02    3.331E-06    9.740E-04
   4     20.00000    6.860E-02    8.347E-06    1.950E-03

   POIDS SPECIFIQUE DE L EAU =      .06240

***** CONDITIONS AUX LIMITES *****

LIMITES        TYPE            U          V       CONDUCTIVITE      H        K
  SUP.    DRAINAGE LIBRE      0.0         -            -            -        -
  INF.    DRAINAGE LIBRE      0.0         -            -            -        -

***** HISTORIQUE DU CHARGEMENT *****

      POINT     T            P
        1     0.00000      1.00000
   CHARGE DE REFERENCE     1.00000

***** CONTROLE DES DONNEES DU PROBLEME *****

      ALGORITHME-REGULIER
      PAS DE TEMPS CONSTANT =  1.000E+01

      DATE DE DEPART = -0.
      DATE MAXIMUM   = 1.68460E+04

**************
* TASSEMENTS *
**************

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE RESIDUELLE =  0.

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE INITIALE   =  0.

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE DEPART SEULE       =   .13792

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE FINALE SEULE          =   .13792

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE REFERENCE          =   .13792

TASSEMENT DU A LA SURPRESSION DE DEPART           =   .13792

TASSEMENT FINAL DE CONSOLIDATION                  =   .13792

TASSEMENT DE CONSOLIDATION DE REFERENCE           =   .13792
```

```
*************************
* CONDITIONS DE DEPART *
*************************
```

DATE DE DEPART = -0.

***** POINTS DU MAILLAGE *****

SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
STRATE ENTIERE	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 1	1.00000	2.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		3.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 2	1.00000	4.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		5.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 3	1.00000	6.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		7.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 4	1.00000	8.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		9.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		10.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		12.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		14.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		16.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		18.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		20.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		22.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		24.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		26.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		28.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		30.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		33.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		36.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		39.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		42.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		45.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		48.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		51.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		54.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		57.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		60.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		62.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		64.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		66.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		68.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		70.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		72.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		74.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		76.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		78.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		80.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000

```
**********************************
* PROGRESSION DE LA CONSOLIDATION *
**********************************
```

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
7.30000E+02	.03448	.25001	STRATE ENTIERE	.81566	0.00000	0.00000
					1.00000	.10429
			COUCHE 1	.46550	2.00000	.20697
					3.00000	.30651
			COUCHE 2	.93626	4.00000	.40155
					5.00000	.49097
			COUCHE 3	.99103	6.00000	.57393
					7.00000	.64990
			COUCHE 4	.60709	8.00000	.71866
					9.00000	.78027
					10.00000	.83504
					12.00000	.86715
					14.00000	.89421
					16.00000	.91666
					18.00000	.93499
					20.00000	.94967
					22.00000	.96118
					24.00000	.96993
					26.00000	.97632
					28.00000	.98063
					30.00000	.98310
					33.00000	.99353
					36.00000	.99770
					39.00000	.99921
					42.00000	.99963
					45.00000	.99946
					48.00000	.99851
					51.00000	.99579
					54.00000	.98879
					57.00000	.97236
					60.00000	.93720
					62.00000	.91754
					64.00000	.88431
					66.00000	.83541
					68.00000	.76880
					70.00000	.68292
					72.00000	.57725
					74.00000	.45271
					76.00000	.31191
					78.00000	.15914
					80.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.86000E+03	.06896	.50002	STRATE ENTIERE	.57100	0.00000	0.00000
					1.00000	.05658
			COUCHE 1	.27259	2.00000	.11289
					3.00000	.16870
			COUCHE 2	.63882	4.00000	.22374
					5.00000	.27776
			COUCHE 3	.79142	6.00000	.33054
					7.00000	.38183
			COUCHE 4	.32177	8.00000	.43143
					9.00000	.47912
					10.00000	.52470
					12.00000	.55371
					14.00000	.58067
					16.00000	.60549
					18.00000	.62810
					20.00000	.64844
					22.00000	.66646
					24.00000	.68212
					26.00000	.69538
					28.00000	.70622
					30.00000	.71464
					33.00000	.78082
					36.00000	.82836
					39.00000	.85796
					42.00000	.87018
					45.00000	.86525
					48.00000	.84300
					51.00000	.80284
					54.00000	.74396
					57.00000	.66558
					60.00000	.56728
					62.00000	.53504
					64.00000	.49598
					66.00000	.45038
					68.00000	.39868
					70.00000	.34142
					72.00000	.27931
					74.00000	.21316
					76.00000	.14389
					78.00000	.07248
					80.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
7.00800E+03	.10344	.74998	STRATE ENTIERE	.28853	0.00000	0.00000
					1.00000	.02815
			COUCHE 1	.13627	2.00000	.05619
					3.00000	.08400
			COUCHE 2	.32376	4.00000	.11149
					5.00000	.13853
			COUCHE 3	.41169	6.00000	.16503
					7.00000	.19089
			COUCHE 4	.14467	8.00000	.21599
					9.00000	.24024
					10.00000	.26354
					12.00000	.27847
					14.00000	.29246
					16.00000	.30547
					18.00000	.31745
					20.00000	.32836
					22.00000	.33816
					24.00000	.34682
					26.00000	.35431
					28.00000	.36062
					30.00000	.36570
					33.00000	.40786
					36.00000	.43922
					39.00000	.45893
					42.00000	.46647
					45.00000	.46159
					48.00000	.44437
					51.00000	.41521
					54.00000	.37479
					57.00000	.32411
					60.00000	.26446
					62.00000	.24629
					64.00000	.22564
					66.00000	.20272
					68.00000	.17776
					70.00000	.15099
					72.00000	.12268
					74.00000	.09312
					76.00000	.06262
					78.00000	.03147
					80.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.68460E+04	.13102	.95000	STRATE ENTIERE	.05762	0.00000	0.00000
					1.00000	.00571
			COUCHE 1	.02762	2.00000	.01139
					3.00000	.01703
			COUCHE 2	.06555	4.00000	.02260
					5.00000	.02808
			COUCHE 3	.08206	6.00000	.03345
					7.00000	.03869
			COUCHE 4	.02804	8.00000	.04377
					9.00000	.04868
					10.00000	.05340
					12.00000	.05642
					14.00000	.05925
					16.00000	.06188
					18.00000	.06429
					20.00000	.06649
					22.00000	.06847
					24.00000	.07021
					26.00000	.07171
					28.00000	.07296
					30.00000	.07397
					33.00000	.08227
					36.00000	.08835
					39.00000	.09207
					42.00000	.09331
					45.00000	.09205
					48.00000	.08831
					51.00000	.08220
					54.00000	.07388
					57.00000	.06356
					60.00000	.05153
					62.00000	.04790
					64.00000	.04381
					66.00000	.03930
					68.00000	.03441
					70.00000	.02920
					72.00000	.02370
					74.00000	.01798
					76.00000	.01208
					78.00000	.00607
					80.00000	0.00000

33 - EXEMPLE 3

Les spécifications sont les mêmes que pour l'exemple deux, mais on souhaite l'emploi de l'algorithme rapide pour les calculs.

331 - Bordereau

1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	31–35	36–40	41–45	46–50	51–55	56–60	61–65	66–70	71–75	76–80
3	4														
1		10.		.0411		3.07	E-3								
2		20.		.1918		1.95	E-3								
3		30.		.0548		9.74	E-4								
4		20.		.0686		1.95	E-3								
1	1	1	0	0	1	0	2	0	0						
.0624															
0.		0.													
0.		1.		1											
16846															
730.															
2860.															
7008.															
16846		1													

332 - Résultats

```
***********************************
*                                 *
*             PROGRS-I            *
*   PROGRAMME DE CONSOLIDATION    *
*  UNIDIMENSIONNELLE MULTICOUCHE  *
*                                 *
***********************************

****************************
* SPECIFICATION DU PROBLEME *
****************************
*****************
* PROBLEME NO  3 *
*****************

***** COUPE DU SOL - 4 COUCHES *****
```

COUCHES	H	CV	K	MV
1	10.00000	4.110E-02	7.873E-06	3.070E-03
2	20.00000	.192	2.334E-05	1.950E-03
3	30.00000	5.480E-02	3.331E-06	9.740E-04
4	20.00000	6.860E-02	8.347E-06	1.950E-03

POIDS SPECIFIQUE DE L EAU = .06240

***** CONDITIONS AUX LIMITES *****

LIMITES	TYPE	U	V	CONDUCTIVITE	H	K
SUP.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-
INF.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-

***** HISTORIQUE DU CHARGEMENT *****

POINT	T	P
1	0.00000	1.00000
CHARGE DE REFERENCE		1.00000

***** CONTROLE DES DONNEES DU PROBLEME *****

```
ALGORITHME RAPIDE JUSQU A T =  1.000E+30
  PAS DE TEMPS INITIAL =  1.000E+00
DATE DE DEPART = -0.
DATE MAXIMUM    = 1.68460E+04
```

```
**************
* TASSEMENTS *
**************
```

```
TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE RESIDUELLE =  0.
TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE INITIALE   =  0.
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE DEPART SEULE       =  .13792
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE FINALE SEULE          =  .13792
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE REFERENCE          =  .13792
TASSEMENT DU A LA SURPRESSION DE DEPART           =  .13792
TASSEMENT FINAL DE CONSOLIDATION                  =  .13792
TASSEMENT DE CONSOLIDATION DE REFERENCE           =  .13792
```

```
************************
* CONDITIONS DE DEPART *
************************
```

DATE DE DEPART = -0.

***** POINTS DU MAILLAGE *****

SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
STRATE ENTIERE	1.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		1.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 1	1.00000	2.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		3.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 2	1.00000	4.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		5.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 3	1.00000	6.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		7.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
COUCHE 4	1.00000	8.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		9.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		10.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		12.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		14.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		16.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		18.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		20.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		22.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		24.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		26.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		28.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		30.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		33.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		36.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		39.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		42.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		45.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		48.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		51.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		54.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		57.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		60.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		62.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		64.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		66.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		68.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		70.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		72.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		74.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		76.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		78.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000
		80.00000	1.00000	0.00000	0.00000	1.00000

```
**********************************
* PROGRESSION DE LA CONSOLIDATION *
**********************************
```

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
7.30000E+02	.03460	.25090	STRATE ENTIERE	.81494	0.00000	0.00000
					1.00000	.10374
			COUCHE 1	.46400	2.00000	.20591
					3.00000	.30502
			COUCHE 2	.93571	4.00000	.39974
					5.00000	.49898
			COUCHE 3	.99087	6.00000	.57189
					7.00000	.64793
			COUCHE 4	.60575	8.00000	.71687
					9.00000	.77872
					10.00000	.83378
					12.00000	.86609
					14.00000	.89334
					16.00000	.91596
					18.00000	.93443
					20.00000	.94923
					22.00000	.96083
					24.00000	.96965
					26.00000	.97607
					28.00000	.98041
					30.00000	.98289
					33.00000	.99336
					36.00000	.99757
					39.00000	.99912
					42.00000	.99955
					45.00000	.99938
					48.00000	.99841
					51.00000	.99563
					54.00000	.98859
					57.00000	.97209
					60.00000	.93671
					62.00000	.91689
					64.00000	.88339
					66.00000	.83413
					68.00000	.74712
					70.00000	.68092
					72.00000	.57512
					74.00000	.45071
					76.00000	.31035
					78.00000	.15828
					80.00000	0.00000

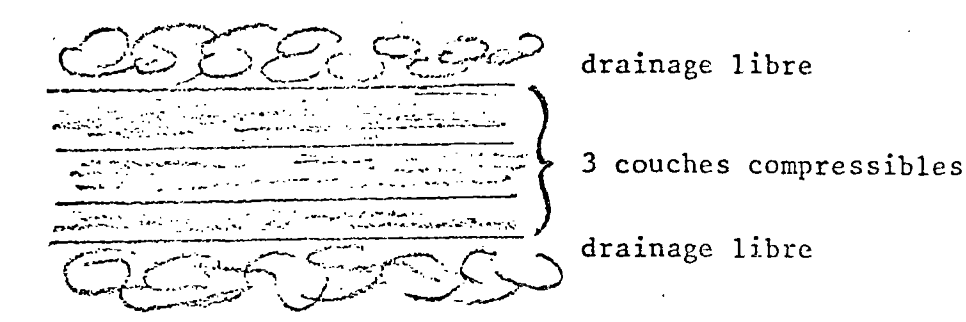
TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.86000E+03	.06914	.50130	STRATE ENTIERE	.57024	0.00000	0.00000
					1.00000	.05633
			COUCHE 1	.27144	2.00000	.11241
					3.00000	.16797
			COUCHE 2	.63694	4.00000	.22277
					5.00000	.27656
			COUCHE 3	.79289	6.00000	.32911
					7.00000	.38020
			COUCHE 4	.31894	8.00000	.42961
					9.00000	.47714
					10.00000	.52260
					12.00000	.55156
					14.00000	.57850
					16.00000	.60335
					18.00000	.62602
					20.00000	.64645
					22.00000	.66459
					24.00000	.68039
					26.00000	.69381
					28.00000	.70483
					30.00000	.71343
					33.00000	.78154
					36.00000	.83071
					39.00000	.86140
					42.00000	.87411
					45.00000	.86906
					48.00000	.84606
					51.00000	.80457
					54.00000	.74390
					57.00000	.66354
					60.00000	.56345
					62.00000	.53091
					64.00000	.49177
					66.00000	.44631
					68.00000	.39493
					70.00000	.33815
					72.00000	.27662
					74.00000	.21112
					76.00000	.14252
					78.00000	.07180
					80.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE.
7.00800E+03	.10354	.75074	STRATE ENTIERE	.28770	0.00000	0.00000
					1.00000	.02806
			COUCHE 1	.13586	2.00000	.05601
					3.00000	.08374
			COUCHE 2	.32285	4.00000	.11114
					5.00000	.13811
			COUCHE 3	.41072	6.00000	.16453
					7.00000	.19031
			COUCHE 4	.14396	8.00000	.21534
					9.00000	.23952
					10.00000	.26276
					12.00000	.27765
					14.00000	.29161
					16.00000	.30459
					18.00000	.31654
					20.00000	.32743
					22.00000	.33721
					24.00000	.34586
					26.00000	.35335
					28.00000	.35965
					30.00000	.36474
					33.00000	.40692
					36.00000	.43831
					39.00000	.45805
					42.00000	.46559
					45.00000	.46069
					48.00000	.44342
					51.00000	.41419
					54.00000	.37371
					57.00000	.32299
					60.00000	.26334
					62.00000	.24518
					64.00000	.22458
					66.00000	.20173
					68.00000	.17685
					70.00000	.15019
					72.00000	.12202
					74.00000	.09262
					76.00000	.06227
					78.00000	.03129
					80.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE.MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.68460E+04	.13161	.95424	STRATE ENTIERE	.05271	0.00000	0.00000
					1.00000	.00524
			COUCHE 1	.02535	2.00000	.01045
					3.00000	.01563
			COUCHE 2	.06015	4.00000	.02074
					5.00000	.02577
			COUCHE 3	.07501	6.00000	.03070
					7.00000	.03551
			COUCHE 4	.02552	8.00000	.04017
					9.00000	.04468
					10.00000	.04901
					12.00000	.05178
					14.00000	.05437
					16.00000	.05678
					18.00000	.05900
					20.00000	.06101
					22.00000	.06282
					24.00000	.06441
					26.00000	.06578
					28.00000	.06693
					30.00000	.06785
					33.00000	.07539
					36.00000	.08091
					39.00000	.08426
					42.00000	.08534
					45.00000	.08413
					48.00000	.08066
					51.00000	.07503
					54.00000	.06739
					57.00000	.05793
					60.00000	.04692
					62.00000	.04361
					64.00000	.03987
					66.00000	.03576
					68.00000	.03131
					70.00000	.02656
					72.00000	.02156
					74.00000	.01635
					76.00000	.01099
					78.00000	.00552
					80.00000	0.00000

34 - EXEMPLE 4

341 - Système multicouche



342 - Propriétés des sols

Couche	Epaisseur (m)	cv (m^2/j)	mv (m^2/tonne)
1	5.1	1.5 10^{-2}	5.0 10^{-3}
2	6.1	8.5 10^{-3}	3.0 10^{-3}
3	12.2	11.1 10^{-3}	5.0 10^{-3}

343 - Conditions initiales

L'excès de pression interstitielle de départ résulte pour ce problème à la fois d'un excès de pression interstitielle résiduelle et d'un excès de pression interstitielle initiale.

3431 - Excès de pression interstitielle résiduelle

z(m)	Excès de pression interstitielle résiduelle (t/m2).
0	0.1
3.0	0.2
5.0	0.4
7.3	0.8
11.1	0.4
14.0	0.0
18.0	-0.2
23.4	-0.4

3432 - Excès de pression interstitielle initiale

Couche N°	Excès de pression interstitielle initiale (t/m2)
1	0.1
2	0.0
3	0.3

L'excès de pression interstitielle est constant pour chaque couche.

La charge générant l'excès de pression interstitielle résiduelle s'est produite 1200 jours avant la charge générant l'excès de pression interstitielle initiale.

Aucune autre charge n'est appliquée ensuite.

344 - Résultats souhaités

On souhaite connaître la progression de la consolidation en tous les points où l'excès de pression interstitielle résiduelle a été déterminé, pour une échelle linéaire des temps, pour des valeurs allant de 1400 jours à 2000 jours, avec un incrément de 200 jours.

```
    4    3
    1     5.1       1.5    E-25.     E-3
    2     6.1       8.5    E-33.     E-3
    3     12.2      11.1   E-35.     E-4
    1    1    0    1    2    1    1    3    1    0
1.
0         0
2000.                                   1200.
0         .1
3.        .2
5.        .4
7.3       .8
11.1      .4
14.       0.
18.       -.2
23.4      -.4           1
    1     2.        .1
    2     7.        0.
    3     15.        3            1
2000.         1
1400.     200.      2000.         1
3.
5.
7.3
11.1
14.
18.           1
```

346 - Résultats

```
**************************************
*                                    *
*              PROGRS-I              *
*    PROGRAMME DE CONSOLIDATION      *
*   UNIDIMENSIONNELLE MULTICOUCHE    *
*                                    *
**************************************
```

```
****************************
* SPECIFICATION DU PROBLEME *
****************************
*****************
* PROBLEME NO  4 *
*****************
```

***** COUPE DU SOL - 3 COUCHES *****

COUCHES	H	CV	K	MV
1	5.10000	1.500E-02	7.500E-05	5.000E-03
2	6.10000	8.500E-03	2.550E-05	3.000E-03
3	12.20000	1.110E-02	5.550E-06	5.000E-04

POIDS SPECIFIQUE DE L EAU = 1.00000

***** CONDITIONS AUX LIMITES *****

LIMITES	TYPE	U	V	CONDUCTIVITE	H	K
SUP.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-
INF.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-

***** SURPRESSION INTERSTITIELLE RESIDUELLE *****

Z	SURPRESSION INTERSTITIELLE
0.00000	.10000
3.00000	.20000
5.00000	.40000
7.30000	.80000
11.10000	.40000
14.00000	0.00000
18.00000	-.20000
23.40000	-.40000

***** SURPRESSION INTERSTITIELLE INITIALE - PAR COUCHE *****

COUCHE	Z	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1	2.00000	.10000
2	7.00000	0.00000
3	15.00000	.30000

***** CONTROLE DES DONNEES DU PROBLEME *****

ALGORITHME RAPIDE JUSQU A T = 1.000E+30
PAS DE TEMPS INITIAL = 1.000E+00
DATE DE DEPART = 1.200E+03
DATE MAXIMUM = 2.00000E+03

```
*************
* TASSEMENTS *
*************
```

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE RESIDUELLE	=	1.72951E-02
TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE INITIALE	=	4.42900E-03
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE DEPART SEULE	=	0.
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE FINALE SEULE	=	0.
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE REFERENCE	=	0.
TASSEMENT DU A LA SURPRESSION DE DEPART	=	2.17241E-02
TASSEMENT FINAL DE CONSOLIDATION	=	2.17241E-02
TASSEMENT DE CONSOLIDATION DE REFERENCE	=	2.17241E-02

```
************************
* CONDITIONS DE DEPART *
************************
```

DATE DE DEPART = 1.200E+03

POINTS DU MAILLAGE

SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
STRATE ENTIERE	.34220	0.00000	0.00000	.10000	.10000	.20000
		.51000	0.00003	.18672	.10000	.28672
COUCHE 1	.32989	1.02000	0.00000	.21694	.10000	.31694
		1.53000	0.00000	.21629	.10000	.31629
COUCHE 2	.66553	2.04000	0.00000	.20460	.10000	.30460
		2.55000	0.00000	.19640	.10000	.29640
COUCHE 3	.18567	3.06000	0.00000	.20151	.10000	.30151
		3.57000	0.00000	.22558	.10000	.32558
		4.08000	0.00000	.27063	.10000	.37063
		4.59000	0.00000	.33562	.10000	.43562
		5.10000	0.00000	.41701	.05000	.46701
		5.71000	0.00000	.52808	0.00000	.52808
		6.32000	0.00000	.64266	0.00000	.64266
		6.93000	0.00000	.74726	0.00000	.74726
		7.54000	0.00000	.81398	0.00000	.81398
		8.15000	0.00000	.81984	0.00000	.81984
		8.76000	0.00000	.78497	0.00000	.78497
		9.37000	0.00000	.71471	0.00000	.71471
		9.98000	0.00000	.61709	0.00000	.61709
		10.59000	0.00000	.50194	0.00000	.50194
		11.20000	0.00000	.38428	.15000	.53428
		12.42000	0.00000	.19876	.30000	.49876
		13.64000	0.00000	.03968	.30000	.33968
		14.86000	0.00000	-.07963	.30000	.22037
		16.08000	0.00000	-.15537	.30000	.14463
		17.30000	0.00000	-.19216	.30000	.10784
		18.52000	0.00000	-.20185	.30000	.09815
		19.74000	0.00000	-.20251	.30000	.09749
		20.96000	0.00000	-.21725	.30000	.08275
		22.18000	0.00000	-.27312	.30000	.02688
		23.40000	0.00000	-.40000	.30000	-.10000

POINTS SPECIAUX

PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
3.00000	0.00000	.20000	.09999	.29999
5.00000	0.00000	.40000	.07277	.47277
7.30000	0.00000	.79527	.00002	.79528
11.10000	0.00000	.38714	.09021	.47734
14.00000	0.00000	.00000	.29974	.29974
18.00000	0.00000	-.20000	.30004	.10004

```
**********************************
* PROGRESSION DE LA CONSOLIDATION *
**********************************
```

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.40000E+03	.00294	.13531	STRATE ENTIERE	.31924	0.00000	0.00000
					3.00000	.29760
			COUCHE 1	.24413	5.00000	.42261
					7.30000	.65545
			COUCHE 2	.61947	11.10000	.60262
					14.00000	.32927
			COUCHE 3	.20053	18.00000	.12160

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.60000E+03	.00448	.20612	STRATE ENTIERE	.30843	0.00000	0.00000
					3.00000	.25662
			COUCHE 1	.21160	5.00000	.37606
					7.30000	.58421
			COUCHE 2	.57584	11.10000	.61043
					14.00000	.35612
			COUCHE 3	.21520	18.00000	.13899

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.80000E+03	.00579	.26657	STRATE ENTIERE	.29822	0.00000	0.00000
					3.00000	.22471
			COUCHE 1	.18565	5.00000	.33223
					7.30000	.53272
			COUCHE 2	.53661	11.10000	.59598
					14.00000	.37669
			COUCHE 3	.22608	18.00000	.15460

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.00000E+03	.00694	.31969	STRATE ENTIERE	.28807	0.00000	0.00000
					3.00000	.19846
			COUCHE 1	.16428	5.00000	.29596
					7.30000	.49017
			COUCHE 2	.50089	11.10000	.57385
					14.00000	.38409
			COUCHE 3	.23342	18.00000	.16877

35 - EXEMPLE 5

L'exemple 5 est la continuation de l'exemple 4. Après progression de la consolidation pendant 2000 jours, on souhaite voir modifier les propriétés mécaniques du système multicouche compressible, avec le jeu de données suivant .

351 - Nouvelles propriétés du sol ·

Couche n°	Epaisseur (m)	CV (m^2/j)	m_v (m^2/tonne)
1	5.1	$9.0 \cdot 10^{-3}$	$4.0\ 10^{-3}$
2	6.1	$4.5\ 10^{-3}$	$1.0\ 10^{-3}$
3	12.2	$6.0\ 10^{-3}$	$2.0\ 10^{-3}$

352 - Résultats souhaités

L'excès de pression interstitielle résultant du problème précédent au bout de 2000 jours est introduit comme excès de pression interstitielle résiduelle pour ce problème et l'on souhaite des résultats selon une échelle logarithmique des temps jusqu'à ce que le degré de consolidation ait atteint 99 %.

353 - Bordereau

```
    5    3    1
    1    5.1       9.      E-34.      E-3
    2    6.1       4.5     E-31.      E-3
    3    12.2      6.      E-32       E-4
    1    1    0    3    0    0    0    1    1    0
1.
0.        0.
          99                          2000.
    4     2000.
2000.     3.       E4      1
3.
5.
7.3
11.1
14.
18             1
```

```
*********************************
*                               *
*           PROGRS-I            *
*  PROGRAMME DE CONSOLIDATION   *
*  UNIDIMENSIONNELLE MULTICOUCHE *
*                               *
*********************************
```

```
****************************
* SPECIFICATION DU PROBLEME *
****************************
****************
* PROBLEME NO  5 *
****************
```

***** COUPE DU SOL - 3 COUCHES *****

COUCHES	H	CV	K	MV
1	5.10000	9.000E-03	3.600E-05	4.000E-03
2	6.10000	4.500E-03	4.500E-06	1.000E-03
3	12.20000	6.000E-03	1.200E-06	2.000E-04

POIDS SPECIFIQUE DE L EAU = 1.00000

***** CONDITIONS AUX LIMITES *****

LIMITES	TYPE	U	V	CONDUCTIVITE	H	K
SUP.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-
INF.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-

***** SURPRESSION INTERSTITIELLE RESIDUELLE *****

VALEURS RETENUES DU PROBLEME. 4 AT T =. 2.000E+03

Z	SURPRESSION INTERSTITIELLE
0.00000	0.00000
.51000	.03584
1.02000	.07130
1.53000	.10599
2.04000	.13955
2.55000	.17164
3.06000	.20192
3.57000	.23011
4.08000	.25595
4.59000	.27923
5.10000	.29976
5.71000	.36332
6.32000	.41885
6.93000	.46587
7.54000	.50424
8.15000	.53407
8.76000	.55574
9.37000	.56980
9.98000	.57688
10.59000	.57763
11.20000	.57267
12.42000	.49496
13.64000	.41220
14.86000	.33258
16.08000	.26104
17.30000	.19956
18.52000	.14784
19.74000	.10422
20.96000	.06647
22.18000	.03238
23.40000	0.00000

***** CONTROLE DES DONNEES DU PROBLEME *****

ALGORITHME-REGULIER
PAS DE TEMPS CONSTANT = 1.000E+01

DATE DE DEPART = 2.000E+03
DEGRE MAXIMUM = .99000E

```
**************
* TASSEMENTS *
**************
```

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE RESIDUELLE = 6.97630E-03

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE INITIALE = 0.

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE DEPART SEULE = 0.

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE FINALE SEULE = 0.

TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE REFERENCE = 0.

TASSEMENT DU A LA SURPRESSION DE DEPART = 6.97630E-03

TASSEMENT FINAL DE CONSOLIDATION = 6.97630E-03

TASSEMENT DE CONSOLIDATION DE REFERENCE = 6.97630E-03

****
* CONDITIONS DE DEPART *
****
DATE DE DEPART = 2.000E+03

***** POINTS DU MAILLAGE *****

SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
STRATE ENTIERE	.28807	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
		.51000	0.00000	.03584	0.00000	.03584
COUCHE 1	.16428	1.02000	0.00000	.07130	0.00000	.07130
		1.53000	0.00000	.10599	0.00000	.10599
COUCHE 2	.50089	2.04000	0.00000	.13955	0.00000	.13955
		2.55000	0.00000	.17164	0.00000	.17164
COUCHE 3	.23342	3.06000	0.00000	.20192	0.00000	.20192
		3.57000	0.00000	.23011	0.00000	.23011
		4.08000	0.00000	.25595	0.00000	.25595
		4.59000	0.00000	.27923	0.00000	.27923
		5.10000	0.00000	.29976	0.00000	.29976
		5.71000	0.00000	.36332	0.00000	.36332
		6.32000	0.00000	.41885	0.00000	.41885
		6.93000	0.00000	.46587	0.00000	.46587
		7.54000	0.00000	.50424	0.00000	.50424
		8.15000	0.00000	.53407	0.00000	.53407
		8.76000	0.00000	.55574	0.00000	.55574
		9.37000	0.00000	.56980	0.00000	.56980
		9.98000	0.00000	.57688	0.00000	.57688
		10.59000	0.00000	.57763	0.00000	.57763
		11.20000	0.00000	.57267	0.00000	.57267
		12.42000	0.00000	.49496	0.00000	.49496
		13.64000	0.00000	.41220	0.00000	.41220
		14.86000	0.00000	.33258	0.00000	.33258
		16.08000	0.00000	.26104	0.00000	.26104
		17.30000	0.00000	.19956	0.00000	.19956
		18.52000	0.00000	.14784	0.00000	.14784
		19.74000	0.00000	.10422	0.00000	.10422
		20.96000	0.00000	.06647	0.00000	.06647
		22.18000	0.00000	.03238	0.00000	.03238
		23.40000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

***** POINTS SPECIAUX *****

PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
3.00000	0.00000	.19846	0.00000	.19846
5.00000	0.00000	.29596	0.00000	.29596
7.30000	0.00000	.49017	0.00000	.49017
11.10000	0.00000	.57385	0.00000	.57385
14.00000	0.00000	.38809	0.00000	.38809
18.00000	0.00000	.16877	0.00000	.16877

****
* PROGRESSION DE LA CONSOLIDATION *
****

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.00000E+03	0.00000	0.00000	STRATE ENTIERE	.28807	0.00000	0.00000
					3.00000	.19846
			COUCHE 1	.16428	5.00000	.29596
					7.30000	.49017
			COUCHE 2	.50089	11.10000	.57385
					14.00000	.38809
			COUCHE 3	.23342	18.00000	.16877

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.50000E+03	.00115	.16538	STRATE ENTIERE	.26753	0.00000	0.00000
					3.00000	.15144
			COUCHE 1	.12340	5.00000	.21045
					7.30000	.43253
			COUCHE 2	.44651	11.10000	.53682
					14.00000	.39184
			COUCHE 3	.23828	18.00000	.18475

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
3.00000E+03	.00204	.29293	STRATE ENTIERE	.24866	0.00000	0.00000
					3.00000	.11538
			COUCHE 1	.09441	5.00000	.16327
					7.30000	.37756
			COUCHE 2	.39742	11.10000	.49870
					14.00000	.38673
			COUCHE 3	.23877	18.00000	.19628

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
4.00000E+03	.00328	.46953	STRATE ENTIERE	.21473	0.00000	0.00000
					3.00000	.07248
			COUCHE 1	.05974	5.00000	.10606
					7.30000	.29059
			COUCHE 2	.31514	11.10000	.41947
					14.00000	.36016
			COUCHE 3.	.22931	18.00000	.20638

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
5.00000E+03	.00409	.58613	STRATE ENTIERE	.18440	0.00000	0.00000
					3.00000	.04970
			COUCHE 1	.04120	5.00000	.07453
					7.30000	.22728
			COUCHE 2	.25122	11.10000	.34631
					14.00000	.32206
			COUCHE 3	.21085	18.00000	.20244

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
6.00000E+03	.00467	.66968	STRATE ENTIERE	.15724	0.00000	0.00000
					3.00000	.03629
			COUCHE 1	.03019	5.00000	.05532
					7.30000	.18010
			COUCHE 2	.20152	11.10000	.28394
					14.00000	.28085
			COUCHE 3	.18821	18.00000	.18922

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
7.00000E+03	.00511	.73289	STRATE ENTIERE	.13321	0.00000	0.00000
					3.00000	.02762
			COUCHE 1	.02304	5.00000	.04255
					7.30000	.14414
			COUCHE 2	.16261	11.10000	.23242
					14.00000	.24108
			COUCHE 3	.16457	18.00000	.17099

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
8.00000E+03	.00546	.78234	STRATE ENTIERE	.11225	0.00000	0.00000
					3.00000	.02160
			COUCHE 1	.01804	5.00000	.03348
					7.30000	.11624
			COUCHE 2	.13187	11.10000	.19037
					14.00000	.20479
			COUCHE 3	.14182	18.00000	.15088

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
9.00000E+03	.00573	.82181	STRATE ENTIERE	.09418	0.00000	0.00000
					3.00000	.01717
			COUCHE 1	.01436	5.00000	.02674
					7.30000	.09429
			COUCHE 2	.10740	11.10000	.15614
					14.00000	.17273
			COUCHE 3	.12094	18.00000	.13090

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.00000E+04	.00596	.85368	STRATE ENTIERE	.07876	0.00000	0.00000
					3.00000	.01381
			COUCHE 1	.01155	5.00000	.02156
					7.30000	.07683
			COUCHE 2	.08777	11.10000	.12826
					14.00000	.14496
			COUCHE 3	.10235	18.00000	.11218

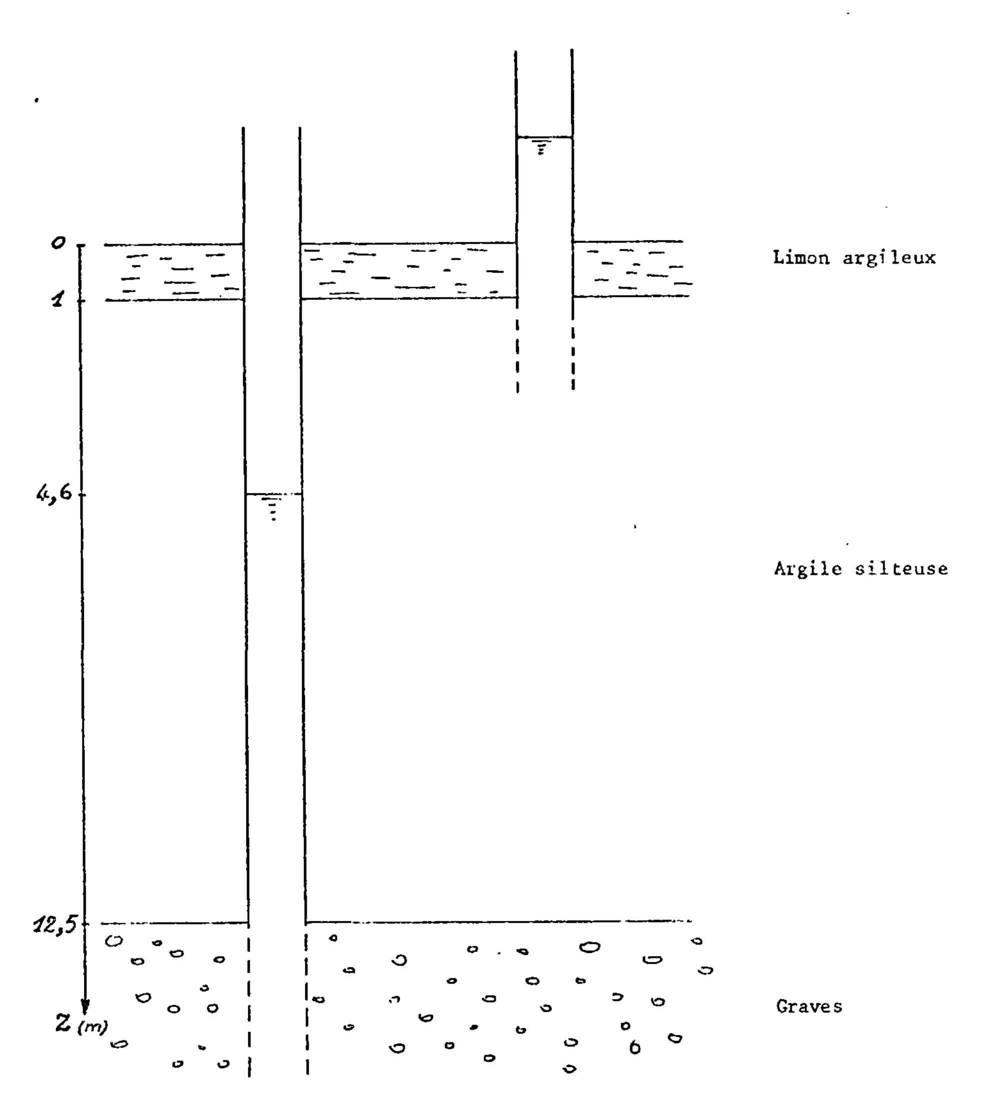
TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
1.50000E+04	.00659	.94426	STRATE ENTIERE	.03130	0.00000	0.00000
					3.00000	.00502
			COUCHE 1	.00420	5.00000	.00788
					7.30000	.02867
			COUCHE 2	.03298	11.10000	.04877
					14.00000	.05804
			COUCHE 3	.04179	18.00000	.04712

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
2.00000E+04	.00683	.97851	STRATE ENTIERE	.01220	0.00000	0.00000
					3.00000	.00191
			COUCHE 1	.00160	5.00000	.00300
					7.30000	.01099
			COUCHE 2	.01267	11.10000	.01879
					14.00000	.02266
			COUCHE 3	.01640	18.00000	.01862

36 - EXEMPLE 6

Cet exemple a été directement inspiré par un problème concrêt (1).

361 - Système compressible



362 - Caractéristiques mécaniques brutes

. *On note en surface une couche de limon argileux à débris végétaux, d'épaisseur maximum 1 m :*

W = 30 à 40 % $\gamma h \# 1,80 \; g/cm^3$

$\gamma d \# 1,35 \; g/cm^3$

Cette couche, surconsolidée sous l'action des forces capillaires (P_c *= 1,2 bar, Cc = 0,20) surmonte des niveaux compressibles ("vases") dont les caractéristiques d'identification et compressibilité n'apparaissent pas être fonction de la profondeur :*

W = 65 à 90 % (moyenne 77 %) $\gamma h = 1,44$ *à* $1,64 \; g/cm^3$ *(moy : 1,53)*

Sr = $\#$ *100 %* $\gamma d = 0,70$ *à* $1,02 \; g/cm^3$ *(moy : 0,86)*

WL = 80 à 101 %

WP = 28 à 40 %

IP = 51 à 70 %

(1) 75 AQI 39 - Etude prévisionnelle de l'influence du rabattement lié au captage des eaux de la nappe des graves quaternaires sur les tassements des couches compressibles superficielles dans le marais de BRAUD et ST LOUIS (33) par B. BONCOMPAIN et E.R. MICHALSKI avec la collaboration de J.F. ALLARD et R. BELLEGARDE.

. Les échantillons prélevés apparaissent en général normalement consolidés, mais l'on doit se rappeler la présence de minces niveaux tourbeux, sous-consolidés (par exemple : SP2 vers 6 m, SP3 vers 2,60 m et SP5 vers 2,50 m et 10,90 m)

Cc = 0,70 à 1,30 (Cc moyen = 1,0)

e_o = 1,91 à 2,53 (e_o moyen = 2,2)

La perméabilité, mesurée à l'oedomètre, apparait être de l'ordre de 1.10^{-9} m/s, sous des charges de 0,5 à 1 bar. Le coefficient de consolidation C_v, calculé à partir de la formule $C_v = \frac{K}{2\gamma_w} \frac{1+e}{\Delta e} \Delta\sigma'$ pour des surcharges $\Delta\sigma'$= 0,5 à 0,8 bar, serait de 5.10^{-4} cm^2/s.

363 - Problèmes posés

Connaître l'évolution du tassement et du degré de consolidation dans le temps, suite à un rabattement quasi instantané de la nappe de 8,8 m dans les graves quaternaires, en supposant que ce rabattement n'entraîne pas de variation de contrainte effective au toit des vases (réalimentation de la nappe par le haut).

364 - Paramètres affichés

Après conversion destinée à homogénéiser les unités choisies, on obtient :

N° couche	Epaisseur (cm)	cv (cm2/j)	$mv = \frac{1}{E'}$ (cm2/kg)
1	200	43.2	0.47
2	200	43.2	0.31
3	200	43.2	0.22
4	200	43.2	0.17
5	200	43.2	0.14
6	150	43.2	0.12

La surpression interstitielle initiale obéit à la loi

$\Delta\sigma' = \frac{0.88}{1150}$ h où h est la profondeur à partir du toit des vases.

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
6	6	1													
1			200		43.2		0.47								
2			200		43.2		0.31								
3			200		43.2		0.22								
4			200		43.2		0.17								
5			200		43.2		0.14								
6			150		43.2		0.12								
1	1	0	0	1	1	0	1	0	0						
	0.001														
	0		0												
			0.99		0		0		0						
	0		0												
	200		0.15												
	400		0.31												
	600		0.46												
	800		0.61												
	1000		0.77												
	1150		0.88	1											
	10		100												
	1000		10000	1											

365 - Bordereau

```
******************************************
*                                        *
*              PROGRS-I                  *
*    PROGRAMME DE CONSOLIDATION          *
*   UNIDIMENSIONNELLE MULTICOUCHE        *
*                                        *
******************************************
```

```
*****************************
* SPECIFICATION DU PROBLEME *
*****************************
******************
* PROBLEME NO  6 *
******************
```

***** COUPE DU SOL - 6 COUCHES *****

COUCHES	H	CV	K	MV
1	200.00000	43.2	.203E-01	.470
2	200.00000	43.2	.134E-01	.310
3	200.00000	43.2	.950E-02	.220
4	200.00000	43.2	.734E-02	.170
5	200.00000	43.2	.605E-02	.140
6	150.00000	43.2	.518E-02	.120

POIDS SPECIFIQUE DE L EAU = .00100

***** CONDITIONS AUX LIMITES *****

LIMITES	TYPE	U	V	CONDUCTIVITE	H	K
SUP.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-
INF.	DRAINAGE LIBRE	0.0	-	-	-	-

***** SURPRESSION INTERSTITIELLE INITIALE *****

Z	SURPRESSION INTERSTITIELLE
0.00000	0.00000
200.00000	.15000
400.00000	.46000
800.00000	.61000
1000.00000	.77000
1150.00000	.88000

***** CONTROLE DES DONNEES DU PROBLEME *****

ALGORITHME RAPIDE JUSQU A T = .100E+31
PAS DE TEMPS INITIAL = .100E+00
DATE DE DEPART = 0.
DEGRE MAXIMUM = .99000

```
**************
* TASSEMENTS *
**************
```

TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE RESIDUELLE	=	0.
TASSEMENT DU A LA CONTRAINTE EFFECTIVE INITIALE	=	99.383
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE DEPART SEULE	=	0.
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE FINALE SEULE	=	0.
TASSEMENT DU A LA SURCHARGE DE REFERENCE	=	0.
TASSEMENT DU A LA SURPRESSION DE DEPART	=	99.383
TASSEMENT FINAL DE CONSOLIDATION	=	99.383
TASSEMENT DE CONSOLIDATION DE REFERENCE	=	99.383

****
* CONDITIONS DE DEPART *
****
DATE DE DEPART = 0.

***** POINTS DU MAILLAGE *****

SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE HISTORIQUE	RESIDUELLE	INITIALE	TOTALE
STRATE ENTIERE	.48089	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
		20.00000	0.00000	0.00000	-.01967	-.01967
COUCHE 1	.02548	40.00000	0.00000	0.00000	-.02778	-.02778
		60.00000	0.00000	0.00000	-.02598	-.02598
COUCHE 2	.31754	80.00000	0.00000	0.00000	-.01581	-.01581
		100.00000	0.00000	0.00000	.00132	.00132
COUCHE 3	.53013	120.00000	0.00000	0.00000	.02411	.02411
		140.00000	0.00000	0.00000	.05139	.05139
COUCHE 4	.58514	160.00000	0.00000	0.00000	.08209	.08209
		180.00000	0.00000	0.00000	.11525	.11525
COUCHE 5	.67888	200.00000	0.00000	0.00000	.15000	.15000
		220.00000	0.00000	0.00000	.18559	.18559
COUCHE 6	.83729	240.00000	0.00000	0.00000	.22134	.22134
		260.00000	0.00000	0.00000	.25668	.25668
		280.00000	0.00000	0.00000	.29110	.29110
		300.00000	0.00000	0.00000	.32418	.32418
		320.00000	0.00000	0.00000	.35559	.35559
		340.00000	0.00000	0.00000	.38505	.38505
		360.00000	0.00000	0.00000	.41236	.41236
		380.00000	0.00000	0.00000	.43737	.43737
		400.00000	0.00000	0.00000	.46000	.46000
		420.00000	0.00000	0.00000	.48022	.48022
		440.00000	0.00000	0.00000	.49804	.49804
		460.00000	0.00000	0.00000	.51354	.51354
		480.00000	0.00000	0.00000	.52680	.52680
		500.00000	0.00000	0.00000	.53798	.53798
		520.00000	0.00000	0.00000	.54724	.54724
		540.00000	0.00000	0.00000	.55479	.55479
		560.00000	0.00000	0.00000	.56083	.56083
		580.00000	0.00000	0.00000	.56563	.56563
		600.00000	0.00000	0.00000	.56942	.56942
		620.00000	0.00000	0.00000	.57248	.57248
		640.00000	0.00000	0.00000	.57507	.57507
		660.00000	0.00000	0.00000	.57747	.57747
		680.00000	0.00000	0.00000	.57995	.57995
		700.00000	0.00000	0.00000	.58277	.58277
		720.00000	0.00000	0.00000	.58617	.58617
		740.00000	0.00000	0.00000	.59039	.59039
		760.00000	0.00000	0.00000	.59565	.59565
		780.00000	0.00000	0.00000	.60214	.60214
		800.00000	0.00000	0.00000	.61000	.61000
		820.00000	0.00000	0.00000	.61937	.61937
		840.00000	0.00000	0.00000	.63034	.63034
		860.00000	0.00000	0.00000	.64294	.64294
		880.00000	0.00000	0.00000	.65719	.65719
		900.00000	0.00000	0.00000	.67302	.67302
		920.00000	0.00000	0.00000	.69032	.69032
		940.00000	0.00000	0.00000	.70894	.70894
		960.00000	0.00000	0.00000	.72864	.72864
		980.00000	0.00000	0.00000	.74912	.74912
		1000.00000	0.00000	0.00000	.77000	.77000
		1015.00000	0.00000	0.00000	.78566	.78566
		1030.00000	0.00000	0.00000	.80108	.80108
		1045.00000	0.00000	0.00000	.81601	.81601
		1060.00000	0.00000	0.00000	.83018	.83018
		1075.00000	0.00000	0.00000	.84327	.84327
		1090.00000	0.00000	0.00000	.85497	.85497
		1105.00000	0.00000	0.00000	.86491	.86491
		1120.00000	0.00000	0.00000	.87268	.87268
		1135.00000	0.00000	0.00000	.87787	.87787
		1150.00000	0.00000	0.00000	.88000	.88000

****
* PROGRESSION DE LA CONSOLIDATION *
****

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELL
.10000E+02	2.30733	.02322	STRATE ENTIERE	.46272	0.00000	0.00000
					20.00000	-.01162
			COUCHE 1	.03027	40.00000	-.01817
					60.00000	-.01712
			COUCHE 2	.31502	80.00000	-.00827
					100.00000	.00749
			COUCHE 3	.52779	120.00000	.02898
					140.00000	.05496
			COUCHE 4	.58556	160.00000	.08401
					180.00000	.11424
			COUCHE 5	.67993	200.00000	.14315
					220.00000	.18303
			COUCHE 6	.69608	240.00000	.22015
					260.00000	.25555
					280.00000	.28966
					300.00000	.32240
					320.00000	.35351
					340.00000	.38267
					360.00000	.40951
					380.00000	.43341
					400.00000	.45344
					420.00000	.47624
					440.00000	.49515
					460.00000	.51106
					480.00000	.52455
					500.00000	.53592
					520.00000	.54540
					540.00000	.55317
					560.00000	.55944
					580.00000	.56437
					600.00000	.56812
					620.00000	.57180
					640.00000	.57481
					660.00000	.57754
					680.00000	.58031
					700.00000	.58339
					720.00000	.58704
					740.00000	.59148
					760.00000	.59687
					780.00000	.60328
					800.00000	.61068
					820.00000	.62074
					840.00000	.63199
					860.00000	.64466
					880.00000	.65886
					900.00000	.67457
					920.00000	.69169
					940.00000	.71003
					960.00000	.72926
					980.00000	.74888
					1000.00000	.76816
					1015.00000	.78428
					1030.00000	.79956
					1045.00000	.81349
					1060.00000	.82445
					1075.00000	.82751
					1090.00000	.80998
					1105.00000	.74599
					1120.00000	.59829
					1135.00000	.34119
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.15000E+02	2.79732	.02815	STRATE ENTIERE	.45862	0.00000	0.00000
					20.00000	-.00918
			COUCHE 1	.03232	40.00000	-.01437
					60.00000	-.01307
			COUCHE 2	.31375	80.00000	-.00460
					100.00000	.01056
			COUCHE 3	.52661	120.00000	.03137
					140.00000	.05656
			COUCHE 4	.58576	160.00000	.08459
					180.00000	.11363
			COUCHE 5	.68042	200.00000	.14174
					220.00000	.18164
			COUCHE 6	.66424	240.00000	.21917
					260.00000	.25479
					280.00000	.28889
					300.00000	.32151
					320.00000	.35244
					340.00000	.38139
					360.00000	.40789
					380.00000	.43137
					400.00000	.45115
					420.00000	.47418
					440.00000	.49350
					460.00000	.50972
					480.00000	.52339
					500.00000	.53489
					520.00000	.54448
					540.00000	.55235
					560.00000	.55872
					580.00000	.56374
					600.00000	.56758
					620.00000	.57144
					640.00000	.57465
					660.00000	.57755
					680.00000	.58047
					700.00000	.58369
					720.00000	.58746
					740.00000	.59198
					760.00000	.59741
					780.00000	.60382
					800.00000	.61123
					820.00000	.62139
					840.00000	.63274
					860.00000	.64547
					880.00000	.65966
					900.00000	.67532
					920.00000	.69233
					940.00000	.71048
					960.00000	.72944
					980.00000	.74869
					1000.00000	.76757
					1015.00000	.78324
					1030.00000	.79753
					1045.00000	.80886
					1060.00000	.81344
					1075.00000	.80307
					1090.00000	.762[illegible]3
					1105.00000	.67224
					1120.00000	.51199
					1135.00000	.27956
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.20000E+02	3.21088	.03231	STRATE ENTIERE	.45513	0.00000	0.00000
					20.00000	-.00721
			COUCHE 1	.03424	40.00000	-.01110
					60.00000	-.00937
			COUCHE 2	.31250	80.00000	-.00108
					100.00000	.01357
			COUCHE 3	.52545	120.00000	.03370
					140.00000	.05806
			COUCHE 4	.58595	160.00000	.08514
					180.00000	.11322
			COUCHE 5	.68087	200.00000	.14073
					220.00000	.18045
			COUCHE 6	.63735	240.00000	.21814
					260.00000	.25393
					280.00000	.28806
					300.00000	.32058
					320.00000	.35135
					340.00000	.38005
					360.00000	.40625
					380.00000	.42942
					400.00000	.44905
					420.00000	.47222
					440.00000	.49182
					460.00000	.50832
					480.00000	.52220
					500.00000	.53385
					520.00000	.54355
					540.00000	.55153
					560.00000	.55799
					580.00000	.56311
					600.00000	.56706
					620.00000	.57109
					640.00000	.57448
					660.00000	.57756
					680.00000	.58063
					700.00000	.58398
					720.00000	.58786
					740.00000	.59246
					760.00000	.59793
					780.00000	.60436
					800.00000	.61180
					820.00000	.62204
					840.00000	.63347
					860.00000	.64625
					880.00000	.66044
					900.00000	.67604
					920.00000	.69293
					940.00000	.71089
					960.00000	.72957
					980.00000	.74844
					1000.00000	.76674
					1015.00000	.78139
					1030.00000	.79358
					1045.00000	.80048
					1060.00000	.79668
					1075.00000	.77291
					1090.00000	.71608
					1105.00000	.61218
					1120.00000	.45272
					1135.00000	.24196
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.25000E+02	3.57699	.03599	STRATE ENTIERE	.45205	0.00000	0.00000
					20.00000	-.00555
			COUCHE 1	.03603	40.00000	-.00824
					60.00000	-.00598
			COUCHE 2	.31128	80.00000	.00225
					100.00000	.01647
			COUCHE 3	.52428	120.00000	.03594
					140.00000	.05951
			COUCHE 4	.58613	160.00000	.08570
					180.00000	.11299
			COUCHE 5	.60125	200.00000	.13999
					220.00000	.17943
			COUCHE 6	.61373	240.00000	.21714
					260.00000	.25301
					280.00000	.28717
					300.00000	.31961
					320.00000	.35022
					340.00000	.37869
					360.00000	.40462
					380.00000	.42755
					400.00000	.44708
					420.00000	.47033
					440.00000	.49015
					460.00000	.50690
					480.00000	.52098
					500.00000	.53279
					520.00000	.54262
					540.00000	.55071
					560.00000	.55727
					580.00000	.56248
					600.00000	.56655
					620.00000	.57075
					640.00000	.57431
					660.00000	.57755
					680.00000	.58077
					700.00000	.58426
					720.00000	.58824
					740.00000	.59292
					760.00000	.59844
					780.00000	.60491
					800.00000	.61239
					820.00000	.62269
					840.00000	.63419
					860.00000	.64700
					880.00000	.66118
					900.00000	.67672
					920.00000	.69349
					940.00000	.71125
					960.00000	.72963
					980.00000	.74801
					1000.00000	.76538
					1015.00000	.77833
					1030.00000	.78736
					1045.00000	.78872
					1060.00000	.77627
					1075.00000	.74128
					1090.00000	.67346
					1105.00000	.56393
					1120.00000	.40944
					1135.00000	.21608
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.30000E+02	3.91093	.03935	STRATE ENTIERE	.44924	0.00000	0.00000
					20.00000	-.00410
			COUCHE 1	.03773	40.00000	-.00571
					60.00000	-.00290
			COUCHE 2	.31009	80.00000	.00538
					100.00000	.01924
			COUCHE 3	.52313	120.00000	.03811
					140.00000	.06092
			COUCHE 4	.58631	160.00000	.08632
					180.00000	.11290
			COUCHE 5	.68153	200.00000	.13943
					220.00000	.17856
			COUCHE 6	.59249	240.00000	.21618
					260.00000	.25208
					280.00000	.28622
					300.00000	.31860
					320.00000	.34905
					340.00000	.37731
					360.00000	.40301
					380.00000	.42575
					400.00000	.44520
					420.00000	.46851
					440.00000	.48850
					460.00000	.50546
					480.00000	.51974
					500.00000	.53171
					520.00000	.54167
					540.00000	.54988
					560.00000	.55654
					580.00000	.56187
					600.00000	.56605
					620.00000	.57041
					640.00000	.57414
					660.00000	.57754
					680.00000	.58091
					700.00000	.58452
					720.00000	.58861
					740.00000	.59337
					760.00000	.59895
					780.00000	.60546
					800.00000	.61298
					820.00000	.62334
					840.00000	.63489
					860.00000	.64773
					880.00000	.66190
					900.00000	.67737
					920.00000	.69400
					940.00000	.71154
					960.00000	.72955
					980.00000	.74727
					1000.00000	.76326
					1015.00000	.77385
					1030.00000	.77903
					1045.00000	.77452
					1060.00000	.75424
					1075.00000	.71060
					1090.00000	.63587
					1105.00000	.52452
					1120.00000	.37602
					1135.00000	.19677
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.40000E+02	4.51548	.04544	STRATE ENTIERE	.64422	0.00000	0.00000
					20.00000	-.00168
			COUCHE 1	.04085	40.00000	-.00138
					60.00000	.00253
			COUCHE 2	.30778	80.00000	.01102
					100.00000	.02437
			COUCHE 3	.52084	120.00000	.04220
					140.00000	.06368
			COUCHE 4	.58666	160.00000	.08769
					180.00000	.11305
			COUCHE 5	.68168	200.00000	.13873
					220.00000	.17714
			COUCHE 6	.55527	240.00000	.21443
					260.00000	.25020
					280.00000	.28426
					300.00000	.31646
					320.00000	.34664
					340.00000	.37454
					360.00000	.39986
					380.00000	.42230
					400.00000	.44163
					420.00000	.46502
					440.00000	.48527
					460.00000	.50258
					480.00000	.51722
					500.00000	.52952
					520.00000	.53976
					540.00000	.54821
					560.00000	.55509
					580.00000	.56064
					600.00000	.56506
					620.00000	.56973
					640.00000	.57378
					660.00000	.57749
					680.00000	.58115
					700.00000	.58501
					720.00000	.58931
					740.00000	.59423
					760.00000	.59994
					780.00000	.60655
					800.00000	.61416
					820.00000	.62462
					840.00000	.63625
					860.00000	.64912
					880.00000	.66324
					900.00000	.67854
					920.00000	.69484
					940.00000	.71178
					960.00000	.72871
					980.00000	.74437
					1000.00000	.75638
					1015.00000	.76113
					1030.00000	.75804
					1045.00000	.74277
					1060.00000	.71021
					1075.00000	.65515
					1090.00000	.57343
					1105.00000	.46330
					1120.00000	.32653
					1135.00000	.16898
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.50000E+02	5.06037	.05092	STRATE ENTIERE	.43977	0.00000	0.00000
					20.00000	.00028
			COUCHE 1	.04367	40.00000	.00219
					60.00000	.00711
			COUCHE 2	.30556	80.00000	.01592
					100.00000	.02895
			COUCHE 3	.51858	120.00000	.04598
					140.00000	.06637
			COUCHE 4	.50697	160.00000	.08922
					180.00000	.11354
			COUCHE 5	.68118	200.00000	.13845
					220.00000	.17609
			COUCHE 6	.52362	240.00000	.21290
					260.00000	.24839
					280.00000	.28225
					300.00000	.31425
					320.00000	.34416
					340.00000	.37176
					360.00000	.39679
					380.00000	.41901
					400.00000	.43826
					420.00000	.46170
					440.00000	.48214
					460.00000	.49973
					480.00000	.51468
					500.00000	.52729
					520.00000	.53781
					540.00000	.54651
					560.00000	.55364
					580.00000	.55942
					600.00000	.56408
					620.00000	.56906
					640.00000	.57341
					660.00000	.57742
					680.00000	.58136
					700.00000	.58546
					720.00000	.58997
					740.00000	.59506
					760.00000	.60090
					780.00000	.60762
					800.00000	.61533
					820.00000	.62587
					840.00000	.63756
					860.00000	.65042
					880.00000	.66444
					900.00000	.67949
					920.00000	.69531
					940.00000	.71136
					960.00000	.72663
					980.00000	.73931
					1000.00000	.74628
					1015.00000	.74470
					1030.00000	.73383
					1045.00000	.70994
					1060.00000	.66912
					1075.00000	.60801
					1090.00000	.52445
					1105.00000	.41828
					1120.00000	.29184
					1135.00000	.15006
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.10000E+03	7.36363	.07409	STRATE ENTIERE	.42213	0.00000	0.00000
					20.00000	.00638
			COUCHE 1	.05441	40.00000	.01354
					60.00000	.02215
			COUCHE 2	.29590	80.00000	.03273
					100.00000	.04559
			COUCHE 3	.50769	120.00000	.06080
					140.00000	.07822
			COUCHE 4	.58816	160.00000	.09754
					180.00000	.11836
			COUCHE 5	.66946	200.00000	.14020
					220.00000	.17404
			COUCHE 6	.41549	240.00000	.20781
					260.00000	.24094
					280.00000	.27293
					300.00000	.30338
					320.00000	.33196
					340.00000	.35839
					360.00000	.38248
					380.00000	.40407
					400.00000	.42307
					420.00000	.44668
					440.00000	.46768
					460.00000	.48616
					480.00000	.50225
					500.00000	.51609
					520.00000	.52790
					540.00000	.53788
					560.00000	.54626
					580.00000	.55326
					600.00000	.55910
					620.00000	.56557
					640.00000	.57136
					660.00000	.57675
					680.00000	.58195
					700.00000	.58721
					720.00000	.59273
					740.00000	.59868
					760.00000	.60522
					780.00000	.61247
					800.00000	.62050
					820.00000	.63113
					840.00000	.64248
					860.00000	.65437
					880.00000	.66640
					900.00000	.67793
					920.00000	.68795
					940.00000	.69498
					960.00000	.69703
					980.00000	.69157
					1000.00000	.67566
					1015.00000	.65200
					1030.00000	.61932
					1045.00000	.57646
					1060.00000	.52262
					1075.00000	.45755
					1090.00000	.38162
					1105.00000	.29589
					1120.00000	.20209
					1135.00000	.10254
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.10000E+04	34.02502	.34236	STRATE ENTIERE	.27855	0.00000	0.00000
					20.00000	.01403
			COUCHE 1	.06094	40.00000	.02803
					60.00000	.04198
			COUCHE 2	.22283	80.00000	.05503
					100.00000	.06957
			COUCHE 3	.37795	120.00000	.08315
					140.00000	.09655
			COUCHE 4	.45757	160.00000	.10974
					180.00000	.12269
			COUCHE 5	.37251	200.00000	.13535
					220.00000	.15416
			COUCHE 6	.13582	240.00000	.17260
					260.00000	.19062
					280.00000	.20818
					300.00000	.22521
					320.00000	.24167
					340.00000	.25751
					360.00000	.27268
					380.00000	.28712
					400.00000	.30079
					420.00000	.31907
					440.00000	.33646
					460.00000	.35290
					480.00000	.36833
					500.00000	.38268
					520.00000	.39589
					540.00000	.40791
					560.00000	.41867
					580.00000	.42812
					600.00000	.43621
					620.00000	.44503
					640.00000	.45237
					660.00000	.45814
					680.00000	.46230
					700.00000	.46478
					720.00000	.46552
					740.00000	.46447
					760.00000	.46160
					780.00000	.45686
					800.00000	.45023
					820.00000	.44005
					840.00000	.42795
					860.00000	.41392
					880.00000	.39798
					900.00000	.38014
					920.00000	.36046
					940.00000	.33898
					960.00000	.31578
					980.00000	.29095
					1000.00000	.26459
					1015.00000	.24051
					1030.00000	.21570
					1045.00000	.19023
					1060.00000	.16417
					1075.00000	.13760
					1090.00000	.11061
					1105.00000	.08326
					1120.00000	.05565
					1135.00000	.02787
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.15000E+04	44.94518	.45224	STRATE ENTIERE	.22892	0.00000	0.00000
					20.00000	.01235
			COUCHE 1	.06046	40.00000	.02467
					60.00000	.03693
			COUCHE 2	.19268	80.00000	.04909
					100.00000	.06113
			COUCHE 3	.31943	120.00000	.07300
					140.00000	.08468
			COUCHE 4	.37360	160.00000	.09614
					180.00000	.10735
			COUCHE 5	.29213	200.00000	.11827
					220.00000	.13443
			COUCHE 6	.10394	240.00000	.15022
					260.00000	.16561
					280.00000	.18054
					300.00000	.19496
					320.00000	.20884
					340.00000	.22212
					360.00000	.23477
					380.00000	.24674
					400.00000	.25798
					420.00000	.27289
					440.00000	.28698
					460.00000	.30020
					480.00000	.31247
					500.00000	.32376
					520.00000	.33400
					540.00000	.34316
					560.00000	.35118
					580.00000	.35802
					600.00000	.36364
					620.00000	.36948
					640.00000	.37402
					660.00000	.37722
					680.00000	.37905
					700.00000	.37949
					720.00000	.37850
					740.00000	.37608
					760.00000	.37221
					780.00000	.36690
					800.00000	.36013
					820.00000	.35033
					840.00000	.33912
					860.00000	.32652
					880.00000	.31257
					900.00000	.29732
					920.00000	.28081
					940.00000	.26311
					960.00000	.24429
					980.00000	.22441
					1000.00000	.20355
					1015.00000	.18466
					1030.00000	.16532
					1045.00000	.14557
					1060.00000	.12545
					1075.00000	.10503
					1090.00000	.08434
					1105.00000	.06344
					1120.00000	.04238
					1135.00000	.02122
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.20000E+04	54.07722	.54413	STRATE ENTIERE	.10891	0.00000	0.00000
					20.00000	.01067
			COUCHE 1	.05208	40.00000	.02130
					60.00000	.03187
			COUCHE 2	.16432	80.00000	.04236
					100.00000	.05272
			COUCHE 3	.26747	120.00000	.06292
					140.00000	.07295
			COUCHE 4	.30586	160.00000	.08277
					180.00000	.09234
			COUCHE 5	.23453	200.00000	.10164
					220.00000	.11537
			COUCHE 6	.08262	240.00000	.12875
					260.00000	.14175
					280.00000	.15433
					300.00000	.16643
					320.00000	.17803
					340.00000	.18908
					360.00000	.19954
					380.00000	.20938
					400.00000	.21856
					420.00000	.23066
					440.00000	.24202
					460.00000	.25260
					480.00000	.26235
					500.00000	.27123
					520.00000	.27920
					540.00000	.28624
					560.00000	.29231
					580.00000	.29737
					600.00000	.30140
					620.00000	.30542
					640.00000	.30837
					660.00000	.31021
					680.00000	.31095
					700.00000	.31056
					720.00000	.30904
					740.00000	.30638
					760.00000	.30259
					780.00000	.29766
					800.00000	.29162
					820.00000	.28307
					840.00000	.27343
					860.00000	.26275
					880.00000	.25105
					900.00000	.23839
					920.00000	.22479
					940.00000	.21031
					960.00000	.19500
					980.00000	.17892
					1000.00000	.16213
					1015.00000	.14697
					1030.00000	.13149
					1045.00000	.11571
					1060.00000	.09967
					1075.00000	.08341
					1090.00000	.06695
					1105.00000	.05035
					1120.00000	.03363
					1135.00000	.01683
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.250000+04	61.72133	.62105	STRATE ENTIERE	.15622	0.00000	0.00000
					20.00000	.00908
			COUCHE 1	.04428	40.00000	.01814
					60.00000	.02714
			COUCHE 2	.130[illegible]	80.00000	.03605
					100.00000	.04485
			COUCHE 3	.22291	120.00000	.05352
					140.00000	.06202
			COUCHE 4	.25151	160.00000	.07032
					180.00000	.07840
			COUCHE 5	.19078	200.00000	.08624
					220.00000	.09779
			COUCHE 6	.06686	240.00000	.10902
					260.00000	.11991
					280.00000	.13042
					300.00000	.14051
					320.00000	.15015
					340.00000	.15930
					360.00000	.16794
					380.00000	.17602
					400.00000	.18354
					420.00000	.19340
					440.00000	.20262
					460.00000	.21116
					480.00000	.21900
					500.00000	.22609
					520.00000	.23242
					540.00000	.23796
					560.00000	.24269
					580.00000	.24657
					600.00000	.24961
					620.00000	.25253
					640.00000	.25458
					660.00000	.25573
					680.00000	.25597
					700.00000	.25530
					720.00000	.25371
					740.00000	.25122
					760.00000	.24781
					780.00000	.24351
					800.00000	.23832
					820.00000	.23105
					840.00000	.22294
					860.00000	.21400
					880.00000	.20427
					900.00000	.19378
					920.00000	.18256
					940.00000	.17067
					960.00000	.15813
					980.00000	.14500
					1000.00000	.13133
					1015.00000	.11901
					1030.00000	.10643
					1045.00000	.09363
					1060.00000	.08063
					1075.00000	.06745
					1090.00000	.05414
					1105.00000	.04070
					1120.00000	.02718
					1135.00000	.01361
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.36000E+04	68.10696	.68530	STRATE ENTIERE	.12931	0.00000	0.00000
					20.00000	.00766
			COUCHE 1	.03728	40.00000	.01529
					60.00000	.02287
			COUCHE 2	.11616	80.00000	.03038
					100.00000	.03779
			COUCHE 3	.18536	120.00000	.04507
					140.00000	.05221
			COUCHE 4	.20745	160.00000	.05918
					180.00000	.06596
			COUCHE 5	.15635	200.00000	.07252
					220.00000	.08218
			COUCHE 6	.05462	240.00000	.09156
					260.00000	.10064
					280.00000	.10939
					300.00000	.11778
					320.00000	.12578
					340.00000	.13336
					360.00000	.14049
					380.00000	.14716
					400.00000	.15334
					420.00000	.16142
					440.00000	.16895
					460.00000	.17592
					480.00000	.18229
					500.00000	.18803
					520.00000	.19313
					540.00000	.19757
					560.00000	.20133
					580.00000	.20440
					600.00000	.20676
					620.00000	.20898
					640.00000	.21048
					660.00000	.21124
					680.00000	.21126
					700.00000	.21053
					720.00000	.20906
					740.00000	.20685
					760.00000	.20391
					780.00000	.20023
					800.00000	.19584
					820.00000	.18974
					840.00000	.18295
					860.00000	.17550
					880.00000	.16742
					900.00000	.15874
					920.00000	.14948
					940.00000	.13967
					960.00000	.12936
					980.00000	.11858
					1000.00000	.10736
					1015.00000	.09726
					1030.00000	.08697
					1045.00000	.07649
					1060.00000	.06586
					1075.00000	.05509
					1090.00000	.04421
					1105.00000	.03324
					1120.00000	.02220
					1135.00000	.01111
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.00000E+04	94.65482	.95242	STRATE ENTIERE	.01945	0.00000	0.00000
					20.00000	.00118
			COUCHE 1	.00576	40.00000	.00236
					60.00000	.00354
			COUCHE 2	.01700	80.00000	.00470
					100.00000	.00584
			COUCHE 3	.02808	120.00000	.00696
					140.00000	.00806
			COUCHE 4	.03102	160.00000	.00913
					180.00000	.01017
			COUCHE 5	.02315	200.00000	.01118
					220.00000	.01265
			COUCHE 6	.00865	240.00000	.01408
					260.00000	.01546
					280.00000	.01679
					300.00000	.01806
					320.00000	.01927
					340.00000	.02041
					360.00000	.02148
					380.00000	.02248
					400.00000	.02339
					420.00000	.02459
					440.00000	.02570
					460.00000	.02672
					480.00000	.02765
					500.00000	.02849
					520.00000	.02922
					540.00000	.02985
					560.00000	.03038
					580.00000	.03081
					600.00000	.03113
					620.00000	.03142
					640.00000	.03160
					660.00000	.03167
					680.00000	.03163
					700.00000	.03148
					720.00000	.03122
					740.00000	.03085
					760.00000	.03038
					780.00000	.02980
					800.00000	.02912
					820.00000	.02818
					840.00000	.02714
					860.00000	.02601
					880.00000	.02479
					900.00000	.02349
					920.00000	.02210
					940.00000	.02063
					960.00000	.01910
					980.00000	.01750
					1000.00000	.01583
					1015.00000	.01434
					1030.00000	.01282
					1045.00000	.01127
					1060.00000	.00970
					1075.00000	.00811
					1090.00000	.00651
					1105.00000	.00489
					1120.00000	.00327
					1135.00000	.00164
					1150.00000	0.00000

TEMPS	TASSEMENT	DEGRE	SURPRESSION INTERSTITIELLE MOYENNE		PROFONDEUR	SURPRESSION INTERSTITIELLE
.90000E+04	96.14442	.96741	STRATE ENTIERE	.01332	0.00000	0.00000
					20.00000	.00081
			COUCHE 1	.00394	40.00000	.00162
					60.00000	.00242
			COUCHE 2	.01219	80.00000	.00322
					100.00000	.00400
			COUCHE 3	.01923	120.00000	.00477
					140.00000	.00552
			COUCHE 4	.02125	160.00000	.00626
					180.00000	.00697
			COUCHE 5	.01586	200.00000	.00766
					220.00000	.00867
			COUCHE 6	.00551	240.00000	.00955
					260.00000	.01059
					280.00000	.01150
					300.00000	.01237
					320.00000	.01320
					340.00000	.01398
					360.00000	.01471
					380.00000	.01540
					400.00000	.01602
					420.00000	.01684
					440.00000	.01760
					460.00000	.01830
					480.00000	.01894
					500.00000	.01951
					520.00000	.02001
					540.00000	.02045
					560.00000	.02081
					580.00000	.02110
					600.00000	.02132
					620.00000	.02152
					640.00000	.02164
					660.00000	.02169
					680.00000	.02166
					700.00000	.02156
					720.00000	.02138
					740.00000	.02113
					760.00000	.02081
					780.00000	.02041
					800.00000	.01995
					820.00000	.01930
					840.00000	.01859
					860.00000	.01782
					880.00000	.01698
					900.00000	.01609
					920.00000	.01514
					940.00000	.01413
					960.00000	.01308
					980.00000	.01198
					1000.00000	.01085
					1015.00000	.00982
					1030.00000	.00878
					1045.00000	.00772
					1060.00000	.00665
					1075.00000	.00556
					1090.00000	.00446
					1105.00000	.00335
					1120.00000	.00224
					1135.00000	.00112
					1150.00000	0.00000

4 - ACQUISITION DES DONNEES

Ce dernier chapitre n'a pas pour but de développer les méthodes d'acquisition des paramètres nécessaires pour le calcul des tassements, mais a simplement pour objectif de rappeler aux non-spécialistes, le moyen pour les obtenir et quelques fourchettes des valeurs (extrait du cours pratique de mécanique des sols de J. COSTET et G. SANGLERAT).

Les paramètres dont nous avons besoin sont :

- le module oedométrique E'
- le coefficient de consolidation C_v

4.1 - MODULE OEDOMETRIQUE E'

$$E' = \frac{1}{mv}$$ avec mv = coefficient de compressibilité volumétrique

Le module oedométrique peut s'obtenir à l'oedomètre de Terzaghi, il a pour expression :

$$E' = \frac{\Delta\sigma}{\frac{\Delta h}{h}}$$ où $\Delta\sigma$ est la surcharge

h la hauteur initiale de l'échantillon

Δh le tassement sous la surcharge $\Delta\sigma$

On retiendra que E' n'est pas une constante, et varie à la fois avec σ et $\Delta\sigma$, et qu'en conséquence les essais devront être réalisés pour des valeurs de σ et $\Delta\sigma$ compatibles avec le problème posé.

On relie E' à l'indice de compression du sol C_c par la relation

$$E' = \frac{1 + eo}{C_c} \qquad \frac{\Delta\sigma'}{\log\left(1 + \frac{\Delta\sigma'}{\sigma o'}\right)}$$

Cc : *Indice de compression du sol*

e_o : *Indice des vides "initial"*

$\sigma'o$: *Contrainte verticale effective initiale, appliquée dans le plan moyen de la couche*

$\Delta\sigma'$: *Accroissement de contrainte effective pour la couche*

L'indice de compression s'obtient aussi par lecture de la courbe oedométrique.

Pour des échantillons normalement consolidés, on peut avoir aussi C_c par la relation :

$C_c = 0.009\ (w_L - 10)$ avec w_L limite de liquidité.

Enfin, on peut se faire une idée de la valeur de E' en reliant cette valeur aux résultats de résistance à la pointe Rp du pénétromètre statique. On admet que

$$\boxed{E' = \alpha Rp}$$

dans laquelle

$\alpha = 1{,}5$ pour le sable avec Rp > 45 bars ;

$2 < \alpha < 5$ pour le sable argileux et l'argile compacte avec 15 < Rp < 30 bars.

$5 < \alpha < 10$ pour l'argile molle avec Rp <10 bars ;

$1{,}5 < \alpha < 2{,}6$ pour la tourbe et l'argile très molle avec Rp <5 bars.

On saura également que des corrélations sont possibles avec les résistances mesurées à l'aide du pénétromètre dynamique.

Le tableau ci-dessous indique l'ordre de grandeur de l'indice de compression pour différents types de sols.

Indice de Compression Cc

Sable	0,01 < Cc < 0,10
Argile raide (kaolinites)	0,10 < Cc < 0,25
Argile moyenne	0,25 < Cc < 0,80
Argile molle (montmorillonites) .	0,80 < Cc < 2,50

42 - COEFFICIENT DE CONSOLIDATION C_v

C_v peut être relié au module oedométrique E' par la relation

$$C_v = \frac{kE'}{\gamma w}$$

où k est la perméabilité et γw le poids volumique de l'eau.

Il peut être obtenu aussi à l'oedomètre et on propose les formules suivantes :

$$C_v = \frac{0.197 \times h^2}{t\ 50} \quad \text{(Casagrande)}$$

$$C_v = \frac{0.848 \times h^2}{t\ 90} \quad \text{(Taylor)}$$

où t 50 et t 90 sont respectivement les temps où le degré de consolidation est de 50 % et de 90 %.

Le tableau ci-dessous donne les ordres de grandeur ou coefficient de consolidation pour les différents types de sols.

Coefficient de consolidation C_v

Kaolinites	4.10^{-3} - 2.10^{-3} cm^2/s
Illites	2.10^{-3} - 1.10^{-3} cm^2/s
Montmorillonites	10^{-3} - $0,2.10^{-3}$ cm^2/s
Argiles sableuses	10^{-3} cm^2/s environ